radio und fernsehen

Zeitschrift für Radio · Fernsehen · Elektroakustik und Elektronik

Bauanleitung:
NF-Klirrfaktormeßbrücke

PREIS DM 2,00 · 9. JAHRGANG
VERLAGSPOSTORT LEIPZIG · FÜR DBR BERLIN
JUNI 1960 **12**



VEB VERLAG TECHNIK · BERLIN

AUS DEM INHALT

OBSAH

СОДЕРЖАНИЕ

VEB VERLAG TECHNIK
Verlagsleiter: Dipl. oec. Herbert Sandig
Berlin C 2, Oranienburger Straße 13/14,
Telefon 420019, Fernverkehr 423391, Fernschreiber 011441 Techkammer Berlin (Technikverlag), Telegrammadresse: Technikverlag Berlin

radio und fernsehen
Verantw. Redakteur: Klaus K. Streng
Redakteure: Karl Belter, Adelheid Blodszun, Horst Jancke, Oswald Orlik, Peter Schäffer
Veröffentlicht unter ZLN 5227 der DDR

Alleinige Anzeigenannahme:
DEWAG-WERBUNG BERLIN, Berlin C 2, Rosenthaler Str. 28/31 und alle DEWAG-Betriebe in den Bezirksstädten der Deutschen Demokratischen Republik. Gültige Preisliste Nr. 1

Druck: Tribüne Druckerei Leipzig III/18/36

Erscheint zweimal im Monat, Einzelheft 2,— DM

Bestellungen nehmen entgegen

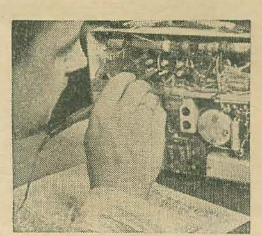
Deutsche Demokratische Republik: Sämtliche Postämter, der örtliche Buchhandel, die Beauftragten der Zeitschriftenwerbung des Postzeitungsvertriebes und der Verlag

Deutsche Bundesrepublik: Sämtliche Postämter, der örtliche Buchhandel und der Verlag
Auslieferung über HELIOS Literatur-Vertriebs-GmbH, Berlin-Borsigwalde, Eichborndamm 141—167

Ausland:

Volksrepublik Albanien: Ndermarrja Shetnore Botimeve, Tirana
Volksrepublik Bulgarien: Direktion R. E. P., Sofia, 11a, Rue Paris
Volksrepublik China: Guozi Shudian, Peking, 38, Suchou Hutung
Volksrepublik Polen: P. P. K. Ruch, Warszawa, Wilcza 46
Rumänische Volksrepublik: Directia Generala a Postei si Difuziarii Presei Poltut Administrativ C. F. R., Bukarest
Tschechoslowakische Volksrepublik: Orbis Zeitungsvertrieb, Praha XII, Stalinova 46 und Bratislava, Leningradska ul. 14
UdSSR: Die städtischen Abteilungen „Sojuspechatj", Postämter und Bezirkspoststellen
Ungarische Volksrepublik: „Kultura" Könyv és hirlap külkereskedelmit vállalat, P. O. B. 149, Budapest 62
Für alle anderen Länder: VEB Verlag Technik, Berlin C 2, Oranienburger Straße 13/14

CONTENTS



Titelbild:

Das Messen ist eines der wichtigsten Probleme im Labor, Prüffeld und in der Reparaturwerkstatt. Einiges aus dem ausgedehnten Gebiet der elektronischen Meßtechnik finden Sie in diesem Heft.

Foto: H. Blunck

UNSERE LESER SCHREIBEN

Bitte teilen Sie mir mit, ob Sie in nächster Zeit eine Beschreibung des Kofferempfängers „Stern 2" in Ihrer Zeitschrift bringen. Ist dies nicht der Fall, so wäre ich Ihnen für einen Hinweis, von wo ich eine Schaltung des Gerätes erhalten kann, sehr dankbar. *J. W., Dresden*

Den Empfänger „Stern 2" werden wir in unserer Zeitschrift beschreiben. Die Unterlagen hierfür erhalten wir vom Werk nachdem der Empfänger die Nullserie durchlaufen hat, also auf alle Fälle noch vor der Herbstmesse. (Bis jetzt ließen uns jedenfalls unsere Rochlitzer Freunde nie im Stich!) Vorher werden Sie die Schaltung des Gerätes kaum woanders erhalten können.

*

Bitte höflichst um Auskunft, auf welcher Frequenz der neue Band-IV-Versuchssender Berlin sendet, wo der Sender steht und welche Leistung ausgestrahlt wird? Ist die Antenne vertikal oder horizontal polarisiert?
Diese Daten werden für Empfangsversuche benötigt.
Rundfunkreparaturwerkstatt L. H., Hennickendorf

Die Frequenz des Band-IV-Versuchssenders veröffentlichten wir in unserer Nr. 9 (1960). Der Sender arbeitet im Kanal 22 (Bild: 535,25; Ton: 540,75 MHz). Nach unseren „privaten" Informationen erfolgt die Ausstrahlung horizontal polarisiert, der Standort ist im Nordosten des Stadtzentrums von Groß-Berlin. Empfang soll überall im Raume von Groß-Berlin mit geeigneten Antennen möglich sein, angestellte Versuche unserer Leser verliefen erfolgreich. Übrigens würden wir uns freuen, möglichst viele Empfangsberichte über den Versuchssender zu erhalten.

*

... bitte ich Sie, mir folgende Fragen zu beantworten:

1. Ist es mit einem TV-Empfänger der bisherigen Produktion, z. B. Rafena „Patriot" oder „Derby", möglich, im Band IV und V zu empfangen, auch wenn er nicht dafür vorbereitet ist?
2. Was müßte eventuell zusätzlich eingebaut werden?
3. Erklären Sie bitte kurz den Unterschied zwischen UHF und VHF.

J. B., Ehrenfriedersdorf

Die Antwort auf Ihre Fragen:

1. *Im Originalzustand ist der Empfang des Bandes IV/V mit den TV-Empfängern „Patriot" und „Derby" nicht möglich.*
2. *Um den Empfang des Bandes IV/V zu ermöglichen, müßte entweder*
   a) ein UHF-Tuner eingebaut werden oder
   b) ein Vorsatzgerät (Konverter) vorgeschaltet werden. Lösung b) dürfte günstiger sein, da der Einbau wahrscheinlich sehr schwierig wird.
3. *Im allgemeinen bezeichnet man mit VHF (Very High Frequencies) die Meterwellen, bei Fernsehen speziell die Bänder I und III, und mit UHF (Ultra High Frequencies) die Dezimeterwellen, beim Fernsehen also das Band IV/V.*

*

Von der Gesellschaft für kulturelle Verbindung mit dem Ausland erreichte uns ein Schreiben, in dem ein vietnamesischer Fachkollege um einen Briefpartner in der Deutschen Demokratischen Republik bittet. Der Kollege ist Rundfunkingenieur und speziell an Fragen der Halbleitertechnik interessiert. Es handelt sich um Herrn Ing. Phan Ngoc Tây in Hanoi. Die Redaktion ist gern bereit, Schreiben unserer Leser an ihn weiterzuleiten.

*

Da ich regelmäßiger Leser von „radio und fernsehen" bin, hätte ich einige Fragen.

1. Ist es möglich, nur den Fernsehton zu empfangen?
2. Was für eine Schaltung würden Sie mir vorschlagen?
3. Die Schaltung, die Sie mir wahrscheinlich schicken werden, bekomme ich auch die Bauteile dafür?
4. Jetzt möchte ich mal als Nichtfachmann fragen. Kann ein Oszillator auch ohne eine Spule schwingen? (bitte mit Schaltung)
5. Wie sieht eine Kaskodeschaltung aus?
6. Wo gibt es zur Zeit das neue Röhrentabellenbuch, wo die Röhren enthalten sind?

K. Sch., Berlin NO 18

Die Antworten:

1. *Natürlich ist das möglich, obwohl wir den Zweck nicht einsehen.*
2. *Verwendet werden kann jede Schaltung eines UKW-Rundfunkempfängers, bei dem die Schwingkreise (Oszillator und Vorkreis) für Frequenzen in den Bändern I oder III ausgelegt sind.*
3. *Eine Schaltung hierfür anzugeben, halten wir weder für sinnvoll, noch möglich. Sie können praktisch jede bei uns veröffentlichte Bauanleitung für einen UKW-Empfänger verwenden mit der Änderung gemäß 2. Die Beschaffung der Bauteile ist dann in erster Linie von ihrer eigenen Initiative abhängig.*
4. *Jawohl. Ein Oszillator kann auch ohne Induktivität schwingen. Das beste Beispiel sind die Generatoren nach dem RC-Prinzip, die als Abstimmittel Widerstände und Kondensatoren verwenden. Solche Schaltungen wurden des öfteren in unserer Zeitschrift veröffentlicht. Außerdem neigt leider jede steile Endröhre zu UHF-Schwingungen, besonders, wenn man die von den Röhrenherstellern empfohlenen Serienwiderstände in Gitter- und Schirmgitterkreis wegläßt. Hier wird die Induktivität durch die Zuleitungen zur Röhre gebildet.*
5. *Wie eine Kaskodeschaltung aussieht, brauchen Sie nur in einem Schaltbild eines modernen Fernsehempfängers nachzusehen.*
6. *Die sogenannten Röhrentaschenbücher der Röhrenhersteller (speziell des VEB Werk für Fernsehelektronik) sind nicht im Buchhandel erhältlich. Sie werden im allgemeinen nur an interessierte Fachleute ausgegeben.*

Im nächsten Heft finden Sie unter anderem ...

Antennenprobleme Band IV ●

Spezialantennenformen für VHF und UHF ●

Gerätebeschreibung: Plattenwechsler „Ziphona W 22" ●

Gerätebeschreibung: Autosuper „Schönburg T" ●

Weichmagnetische nichtmetallische Werkstoffe ●



▼ **Die DIA Heimelectric** zeigte auf einer Ausstellung im Mai in Helsinki Rundfunk- und Fernsehempfänger sowie Tonbandgeräte und Plattenspieler der DDR-Produktion.

▼ **Eine Ausstellung** „Polnische Erzeugnisse aus dem Gebiet der Elektronik“ veranstaltete die polnische Handelsvertretung im Mai in Berlin.

▼ **Die italienische Rundfunk- und Fernsehgesellschaft** bestellte für die Übertragung der olympischen Spiele bei der E. M. I. Fernsehkameras, die auf 405, 525, und 625 Zeilen umgeschaltet werden können.

▼ **Frankreichs TV-Empfängerproduktion** belief sich 1959 auf 511 000 Stück gegenüber 371 000 im Jahre 1958. Der Anteil der Empfänger mit 43-cm-Bildröhre und dem der 53er Typen ist dabei ungefähr gleich.

▼ **Doina**, das erste in der Rumänischen Volksrepublik entwickelte Magnettonbandgerät ging jetzt in Serienproduktion. Es verfügt über zwei Bandgeschwindigkeiten und ist tragbar.

▼ Aus Amerika wird die Entwicklung einer **Glühlampe** gemeldet, die nicht größer als ein Stecknadelkopf sein soll. Sie benötigt eine Spannung von 1 V und ist insbesondere für elektronische Rechengeräte bestimmt; kann aber auch vorteilhaft in der Medizin für Sonden und in Anzeigegeräten verwendet werden.

▼ **Ein Langspieltonbandgerät,** dessen Aufnahmedauer bei einer Bandgeschwindigkeit von 9,5 cm/s 40 Stunden beträgt, bietet eine englische Firma an. Auf dem breiten Magnetband sind 40 Spuren nebeneinander untergebracht. Das Gerät arbeitet mit zwei Magnetköpfen, die automatisch quer zur Bandrichtung verschoben werden. Das Gerät ist für Daueraufzeichnungen von elektrischen Signalen aller Art bestimmt.

▼ **30-cm-Platten** für $16\frac{2}{3}$ U/s brachte die Firma Rank Records heraus. Ihre Spielzeit beträgt etwa $1\frac{1}{2}$ Stunde. Der Frequenzbereich ist auf 5 kHz beschränkt.

▼ **Die japanische Firma Sony** baut in Irland ein Rundfunkwerk auf.

▼ **Die Differenzen zwischen Fernsehen und Film in Amerika** haben sich derartig verschärft, daß die Filmschauspielergilde zu einer Abstimmung aufgerufen hat, ob künftig Filmgesellschaften bestreikt werden sollen, die nach dem 1. August 1958 gedrehte Filme an Fernsehgesellschaften verkaufen, ohne die in diesen Filmen auftretenden Schauspieler entsprechend zu entschädigen.

▼ **Farbfernsehaufnahmegeräte** hat die VR China von der E. M. I. Electronics Ltd. Hayes, England, bezogen.

Die Leipziger „Schule des Handwerks“

plant erstmalig eine größere Anzahl von Lehrgängen in den Kreisen Altenburg, Delitzsch, Döbeln, Grimma, Oschatz, Torgau und Wurzen. Darunter den Lehrgang „Entstörung elektrischer Geräte“ sowie den voraussichtlich im Februar beginnenden Lehrgang für Fernsehtechnik. Fach- und allgemeintheoretische Lehrgänge dienen der Vorbereitung auf die Meisterprüfung, z. B. für Rundfunkmechaniker. Dieser Lehrgang beginnt Ende August und dauert etwa 25 Wochen. Die Lehrgänge werden in den Abendstunden stattfinden.
Anmeldungen sind vom 15. Juli bis 15. August möglich. Weitere Einzelheiten enthält das Lehrgangsverzeichnis, das von der Handwerkskammer des Bezirkes Leipzig, Leipzig C 1, Lessingstr. 7, angefordert werden kann.

Ein Labor für Isotopenmeßtechnik

wurde in sozialistischer Gemeinschaftsarbeit im VEB Zentrale Entwicklung und Konstruktion für Kraftfahrzeugbau in Karl-Marx-Stadt aufgebaut. Als einer der ersten Industriezweige der DDR ist dadurch der Automobilbau in der Lage, radioaktive Isotope bei Verschleißmessungen anzuwenden.

Radioaktive Isotope bei Verschleißmessungen

zur Kontrolle der Lebensdauer von Motorteilen der Automobile werden auch in der Sowjetunion mit Erfolg eingesetzt. Gewöhnlich werden zur Messung des Verschleißes Mikrometerschrauben verwendet und in bestimmten Abständen die Maschinen zur Prüfung auseinandergenommen. Mit Hilfe von Isotopen wird die Kontrolle ohne diesen Aufwand möglich. In das zu prüfende Einzelteil wird in einer winzigen Öffnung ein Stift — der sogenannte Verschleißzeuge — aus radioaktivem Metall gepreßt. Ist die Abnutzung so weit fortgeschritten, daß der Verschluß des Stiftes weggerieben ist, dann wandern die radioaktiven Isotope in das zirkulierende Öl. Ein spezielles Gerät registriert nach der Zahl der festgestellten wandernden Isotope den Grad des Verschleißes. Das genaue Studium des Verschleißes ermöglicht es, Wege zu finden, um die Lebensdauer der Maschine zu verlängern, so wurde beispielsweise mit Hilfe von Isotopen der zweckmäßigste Luftreiniger für den „Moskwitsch 407“ gewählt.

Ein Laboratorium zur Herstellung radioaktiver Isotope

für ärztliche und technische Zwecke wird die norwegische Firma Noratom A/S an Ägypten liefern.

Rundfunk und Fernsehen in Finnland

In Finnland arbeiten z. Z. zehn Rundfunkwerke, die 1959 100 000 Rundfunkempfänger herstellten. In bezug auf Rohstoffe und Einzelteile ist Finnland bis auf Röhren und Transistoren fast ausschließlich Selbstversorger. 1958 wurde in Finnland mit der Produktion von Fernsehempfängern begonnen. 1959 wurden bereits 22 000 Stück gefertigt. Zehn Fernsehsender sind gegenwärtig in Betrieb und versorgen die über 40 000 Fernsehteilnehmer.

Lotos

heißt ein neuer tschechischer Fernsehempfänger des Tesla-Werkes in Pardubice. Ebenso wie der jetzt in Serienproduktion gegangene, von der Leipziger Messe her bekannte „Narziß“ ist der „Lotos“ mit einer 53-cm-Bildröhre ausgerüstet. Seine Schaltung ist allerdings in Drucktechnik ausgeführt.

In Irland

soll das Fernsehen eingeführt werden. Dabei hat man sich mit Rücksicht auf die große Anzahl der bereits zum Empfang des englischen Fernsehprogramms vorhandenen TV-Geräte für das 405-Zeilen-System entschieden.

Viernormenfernseher

zum Empfang der Fernsehstationen Frankreichs, Belgiens und Hollands, die ein von der CCIR-Norm abweichendes Sendesystem haben, hat Blaupunkt vier Typen von sogenannten Viernormenfernsehgeräten herausgebracht.

Japan

Japan ist auf dem Wege, das drittgrößte „Fernsehland“ der Welt zu werden. Noch in diesem Jahr wird die Zahl der Sendestationen von z. Z. 84 auf 108 ansteigen. Bis 1960 sollen 7 Mio. Empfangsgeräte in Betrieb sein (gegenwärtig 4 Mio). In Tokio können täglich sechs verschiedene Programme empfangen werden. Ferner strahlen täglich mindestens zwei Sender für mehrere Stunden ein Farbfernsehprogramm aus.

Großbritannien

In England soll die Möglichkeit der Einrichtung weiterer Fernsehsender auf den UHF-Kanälen und eine eventuelle Ausstrahlung der Farbsendungen über UHF geprüft werden.

Transistorzündspule im Kraftwagen

Im Zündsystem eines Kraftwagens wird normalerweise der Unterbrecherkontakt den Strom der Primärwicklung der Zündspule schalten. Damit ist eine relativ hohe Kontaktbelastung mit der zusammenhängenden Kontaktabnutzung verbunden. Außerdem ist zur Kontaktentstörung ein Löschkondensator notwendig. Diese Kontaktbelastung läßt sich jedoch wesentlich verringern, wenn man mit dem Zündkontakt nicht die Zündspule direkt, sondern die Basis eines Leistungstransistors tastet, dessen Emitter-Kollektor-Strecke zwischen dem positiven Pol des Akkus und der Primärwicklung der Zündspule liegt.
Einmal wird dadurch der Löschkondensator eingespart und zum anderen erhält man steilere Impulse in der Primärwicklung und damit höhere Spannungen für die Zündkerzen.

Magnetische Videoaufzeichnung mit einem Kopf

Das bisher am weitesten verbreitete magnetische Videoaufzeichnungsverfahren, System Ampex, benötigt bekanntlich vier Magnetköpfe, die auf dem Umfang einer umlaufenden Trommel gleichmäßig verteilt sind. Es bereitet nun einen größeren apparativen Aufwand, die vier zugehörigen Verstärker mit einer elektronischen Schalteinrichtung so zu schalten, daß im gemeinsamen Kanal ein ununterbrochenes Bildsignal entsteht. Bei nicht genauer Justage der Schalteinrichtung oder der Köpfe bemerkt man horizontale Streifen im Bild. Weiterhin werden an die Gleichheit der Köpfe hohe Anforderungen gestellt.
Diese Nachteile vermeidet eine japanische Entwicklung, die nach fünf Jahren Entwicklungszeit jetzt abgeschlossen ist und in die Serienproduktion geht. Der einzige Magnetkopf sitzt auf einer Trommel, die von einem in der Trommel befindlichen Motor mit 3600 U/min angetrieben wird. Diese Trommel wird vom Band etwas mehr als einmal spiralförmig umschlungen, so daß der Kopf bei einem Umlauf von einer Bandkante zur anderen eine schräge geradlinige Spur schreibt, die ein volles Halbbild enthält. Das Band ist etwa 50 mm breit. Daß bei diesem Verfahren keine Verformung des Bandes quer zur Laufrichtung wie beim System Ampex notwendig ist, werden die Magnetbandhersteller begrüßen. Die Bandgeschwindigkeit beträgt 38,1 cm/s.

DDR-Fachpresse unerwünscht!

Leider können wir nicht, wie vorgesehen, von der Foire de Paris (Pariser Messe), die vom 14. bis 29. Mai stattfand, berichten. Obwohl das Ausreisevisum rechtzeitig vom Außenministerium der Deutschen Demokratischen Republik erteilt und die für die Reise erforderliche Valutasumme von der VVB Verlage genehmigt wurden, hatte das in Westberlin stationierte Allied Travel Office nach zwei Monaten noch nicht die zur Erlangung des französischen Visums erforderlichen Dokumente für unseren Mitarbeiter ausgestellt.

Wir hoffen jedoch, zu einem späteren Zeitpunkt im Zuge einer Reportage ausführlich über interessante Neuentwicklungen der französischen Industrie berichten zu können.

radio und fernsehen

ZEITSCHRIFT FÜR RADIO · FERNSEHEN · ELEKTROAKUSTIK · ELEKTRONIK

9. JAHRGANG · 2. JUNIHEFT 12 1960

Einige Schwerpunkte der elektronischen Meßtechnik

Dipl.-Ing. CLAUS-GÜNTHER EBERT

Die Elektroindustrie ist in der letzten Zeit durch eine Reihe von Kongressen in den Blickpunkt der Öffentlichkeit gerückt worden. So auf der in Berlin durchgeführten Elektro-Konferenz, auf der die Richtung der zukünftigen Entwicklung erarbeitet wurde. Eine nicht unbedeutende Rolle spielt dabei die elektronische Meßtechnik. Ist sie doch eine der Voraussetzungen für die schnelle und wissenschaftliche Weiterentwicklung vieler Industriezweige. Bedeutet doch die Einführung der elektronischen Meßtechnik in der Fertigung unmittelbar Rationalisierung.

Die diesjährige Frühjahrsmesse in Leipzig dokumentierte den bisher erreichten Leistungsstand der Meßgeräteindustrie. Sie war aber auch unmittelbar Impuls für die technische Weiterentwicklung in der Perspektive. Eine ganze Reihe von Neuentwicklungen wurden gezeigt, so auf dem Gebiet der Transistorenmeßtechnik, der digitalen Meßtechnik und der Impulsmeßtechnik. Doch es erscheint angebracht, einige Probleme der elektronischen Meßtechnik, die z. Z. in der Meßgeräteindustrie bearbeitet werden bzw. bearbeitet werden müssen, anzudeuten.

Es ist und wird auch immer eine der Hauptaufgaben der Meßtechnik sein, den Forderungen nach Erhöhung der Meßgenauigkeit und der Betriebssicherheit nachzukommen. Eine Verbesserung kann man beispielsweise durch die entsprechende Auswahl der für die Schaltung notwendigen Stabilisierungsmaßnahmen erreichen. Um die Konstanz der technischen Daten zu erhöhen, sollten die Methoden und Verfahren der Regelungstechnik stärker in der Meßtechnik zur Anwendung kommen. Es sei an die Frage der konstanten Ausgangsspannung in Abhängigkeit von der Frequenz bei Generatoren erinnert. Aber auch der Komplex der elektronischen Regelung von Betriebsspannungen, beispielsweise der Heizspannung für hochempfindliche Verstärker, ist noch nicht umfassend gelöst.

Gute Fortschritte sind in den vergangenen Jahren durch die Einführung des dekadischen Prinzips bei Sinusgeneratoren erreicht worden. Es bleibt noch zu untersuchen, auf welche anderen Gerätegruppen sich dieses Prinzip ausdehnen läßt.

Ein wichtiger Faktor für Betriebssicherheit und Meßgenauigkeit ist die Toleranz der technischen Daten der Bauelemente. Es ist insbesondere, auch unter erschwerten klimatischen Bedingungen, die ungenügende zeitliche Konstanz der technischen Daten, die der Geräteindustrie viel Schwierigkeiten verursacht.

Weitere Aufgaben erwachsen aus der ständigen Erweiterung der nutzbaren Frequenzbereiche. So war vor einigen Jahren noch eine der Frequenzgrenzen 300 MHz; diese Grenze hat sich unter anderem durch die Nutzbarmachung des Bandes IV/V für Fernsehzwecke nach 1000 MHz verschoben. Die Ergänzung der notwendigen Typenreihen der Meßgeräte sind durchzuführen. Auf dem Gebiet der Mikrowellentechnik zeichnen sich, neben den bereits benutzten 10-cm-, 7,5-cm-, 3-cm- und 8-mm-Bändern, nachrichtentechnische Anwendungsmöglichkeiten im 4-mm-Gebiet ab. Auf dem internationalen Markt werden bereits Bauelemente für das 2-mm- und 3-mm-Gebiet angeboten. Die Entwicklung auf diesem Gebiet ist auch durch das Bemühen nach Breitbandigkeit gekennzeichnet, als Beispiel seien durchstimmbare Generatoren unter Verwendung von Carcinotrons erwähnt.

Derartig große Frequenzbereiche lassen sich auch heute noch nicht durch eine einzige Schaltung bzw. in einem einzigen Gerät realisieren. Daher wurde in den vergangenen Jahren das Prinzip der Wechseleinschübe eingeführt: Man geht von einem Grundgerät aus, dessen technische Daten durch wechselbare Einsätze variiert werden. Dieses Prinzip ist erstmalig in größerem Maßstab beim Katodenstrahloszillografen angewandt worden. Heute wird das Verfahren bereits unter anderem bei Sinusgeneratoren, elektronischen Zählern, Spektrometern usw. benutzt. In der Kernphysik ist man noch einen Schritt weitergegangen, indem man standardisierte Baugruppen wie Diskriminatoren, Zähler, Untersetzer geschaffen hat, die man je nach Aufgabe zum Gerät zusammensetzt.

Die moderne Impulstechnik ist gekennzeichnet durch das Bestreben, das Gebiet der Impulse mit Anstiegszeiten in der Größenordnung von Nanosekunden der technischen Anwendung zugänglich zu machen. Diese kurzen Impulse finden Anwendung in der modernen Rechenmaschinentechnik, der Halbleiterphysik und nicht zuletzt in der Kernphysik. Derartige Anstiegszeiten erfordern jedoch Bandbreiten bis zu einigen 100 MHz. Neben der Problematik der eigentlichen Erzeugung von Nanosekunden-Impulsen durch Generatoren sind es die Fragen der auswertbaren Darstellung, die es zu lösen gilt. Daher sind verstärkt Arbeiten auf dem Gebiet der Kettenverstärker, mit denen sich z. Z. obere Grenzfrequenzen von 200 ··· 400 MHz erreichen lassen, zu verzeichnen.

Auch in der Oszillografie ist daher eine außerordentlich schnelle Verschiebung der oberen Frequenzgrenze zu erkennen. Lag diese Grenze vor kurzem noch bei 30 MHz, so tauchten bereits im vergangenen Jahr Oszillografen mit Grenzfrequenzen in der Größenordnung von 100 MHz auf. Jedoch genügte auch dies noch nicht den Anforderungen. Bei Verwendung von Oszillografenröhren nach dem Travelling-Wave-Prinzip werden bereits Grenzfrequenzen von etwa 2000 MHz erreicht. Inzwischen ist für Frequenzgrenzen oberhalb 100 MHz ein neues Prinzip in der Oszillografie praktisch eingeführt worden. Man verwendet dabei das Verfahren der zeitlichen Abtastung des zu untersuchenden Vorganges durch extrem kurze Impulse. Die auftretenden Amplitudenänderungen werden zur Anzeige gebracht und geben den zu messenden Vorgang dann auf dem Schirm der Oszillografenröhre wieder. Derartige Geräte sind unter der Bezeichnung „Sampling-Oszillograf" bereits auf dem Markt; im allgemeinen werden Grenzfrequenzen von etwa 500 MHz erreicht.

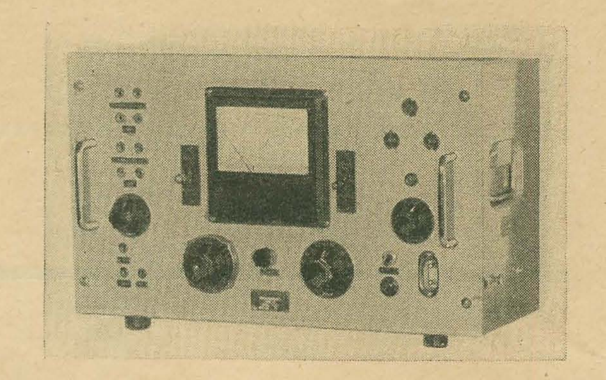
Aus der Anwendung der Impulstechnik in der allgemeinen elektronischen Meßtechnik entstand vor einigen Jahren als spezieller Zweig die digitale Meßtechnik, d. h. die Messung von analogen Größen mittels Impulsfolgen. Das Ergebnis kann dann infolge der möglichen Ziffernanzeige unmittelbar abgelesen werden. Die nach diesem Prinzip aufgebauten elektronischen Zähler lassen — bei Verwendung von Transfer-Oszillatoren — Frequenzmessungen bis zu einigen 100 MHz zu. Aber auch auf Widerstands- oder Spannungsmessung läßt sich dieses Prinzip anwenden. Die Rückwirkungen der Digitaltechnik auf die Impulstechnik sind unter anderem Impulsgeneratoren mit exakt definiert einstellbarer oder definiert dehnbarer Impulsbreite.

Abschließend soll noch auf das Gebiet der spektrometrischen Darstellung hingewiesen werden. Diese Technik benutzt elektronische Wobbelverfahren mit oszillografischer Anzeige. Es ist erkennbar, daß derartige Analysiergeräte z. B. von Frequenzgemischen in der Zukunft eine wichtige Rolle in der Meßtechnik spielen.

In diesen kurzen Ausführungen konnten nur einige zukünftige Aufgaben der elektronischen Meßtechnik angedeutet werden. Es sind viele Probleme, die der Lösung harren. Sie können gelöst werden, wenn alle Mitarbeiter der Elektroindustrie gemeinsam ihre ganze Kraft für den technischen Fortschritt einsetzen.

Vierpolmeßgerät VPM 1

FRANK KLOSS



Mitteilung aus dem VEB Funkwerk Dresden

In vielen Fällen ist eine rechnerische Bestimmung der Dämpfungs- bzw. Verstärkungswerte sowie der Phasenwinkel von Vierpolen recht umständlich oder, wenn einige Größen der Schaltelemente fehlen, gar nicht möglich. Mit dem Vierpolmeßgerät VPM 1 können die Werte nach direktem Verfahren an symmetrischen und unsymmetrischen Vierpolen gemessen werden. Im folgenden sind der Aufbau, die Wirkungsweise, die Anwendung und der Abgleich des Gerätes VPM 1 beschrieben.

Das Gerät enthält zwei gleiche Verstärker, die wahlweise bei Dämpfungs- bzw. Verstärkungsmessungen auf ein Röhrenvoltmeter schaltbar sind. Als phasenempfindliches Element wurde ein Ringmodulator verwendet, der im Prinzip eine Kombination zweier Gegentaktschaltungen darstellt. Sämtliche Verhältnisse an beliebigen Stellen der Schaltung lassen sich auch daraus ableiten [1].

Die Ausführung des phasenempfindlichen Gleichrichters als Ringmodulator wurde deshalb gewählt, weil der Unterschied zum Gegentaktmodulator in bezug auf die Bauelemente nur sehr klein ist und eine Unterdrückung unerwünschter Ausgangsprodukte beim Ringmodulator erhebliche Vorteile bringt. Außerdem läßt sich ein Ringmodulator besser symmetrieren als ein Gegentaktmodulator.

Die Verstärker sind in der herkömmlichen Schaltungsweise ausgeführt. Symmetrische Vierpole werden über 1 : 1 übersetzende Übertrager an die Eingänge geschaltet (Bild 1). Im Verstärker I befindet sich ein Spannungsteiler, der in Stufen zu je 0,5 Np von 0 ··· 6,5 Np veränderbar ist. Die Feinreglung ist durch zwei ebenfalls in Neper geeichte und miteinander gekoppelte Potentiometer möglich. Der Regelbereich liegt etwas über 0,6 Np. Damit ist eine gute Überbrückung der 0,5-Np-Stufen des Grobdämpfungsschalters gewährleistet und eine maximale Dämpfung von 7 Np meßbar. Das entspricht einem Spannungsverhältnis von etwa 1 : 1000.

Ist die maximale Verstärkung des Kanals I größer als die des Kanals II, kann erstere mit einem Potentiometer (R_{19}) herabgesetzt werden.

Der Verstärker II enthält einen Spannungsteiler, der eine Grunddämpfung von 7 Np aufweist und bei Verstärkungsmessungen einzuschalten ist. Die Verstärkungsreglung erfolgt winkelfrei durch zwei entsprechend geschaltete Potentiometer. Mit dem nur bei Winkelmessungen angeschalteten Potentiometer R_{21} und dem Regler R_{45} werden die Nullpunkte 0° und 180° am Anzeigeinstru-

Bild 1: Schaltbild des VPM 1

ment eingestellt. Während das Potentiometer R_{21} ein reiner Verstärkungsregler ist, gleicht R_{45} Unsymmetrien innerhalb des Ringmodulators aus.
Der Vierpol ist in jedem Falle, also bei Dämpfungs- bzw. Verstärkungsmessungen sowie bei Phasenwinkelmessungen, an den Verstärker II anzuschließen (Bild 2).

Messungen

Eichen

An die parallelgeschalteten Eingänge der Verstärker I und II wird eine Wechselspannung von etwa 7 mV und 1 kHz gelegt. Die Grob- und Feindämpfungsregler stehen auf 0 Np und R_{19} auf größte Verstärkung. Die Grunddämpfung von 7 Np im Verstärker II wird ebenfalls herausgenommen. Das Röhrenvoltmeter ist an Kanal I geschaltet und der Zeiger des Anzeigeinstrumentes durch die Eingangsspannung auf die rote Marke zu stellen. Anschließend schaltet man das Röhrenvoltmeter an Kanal II und stellt den Zeiger mit dem Feinregler ebenfalls wieder auf den roten Eichstrich. Dieser Vorgang ist durch die zwar geringe, aber doch merkbare gegenseitige Beeinflussung der beiden Verstärker mehrmals zu wiederholen. Zeigt sich bei wechselndem Anschalten des Röhrenvoltmeters an die Verstärker I und II ein Stillstand des Zeigers auf der roten Marke, so ist das Gerät für den gesamten Frequenzbereich geeicht.

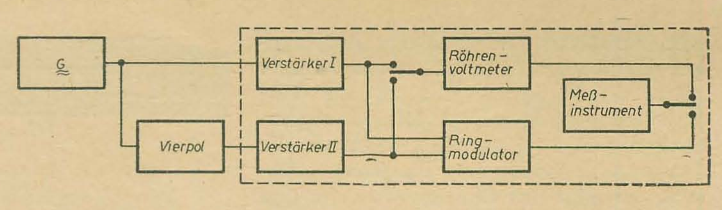
Dämpfungsmessung

Es ist vorteilhaft, die Dämpfung des zu messenden Vierpols ungefähr zu kennen, um den Kanal I vor der Messung mit dem Grobdämpfungsschalter bereits entsprechend zu dämpfen. Eine stärkere Dämpfung des Kanals I vermeidet ein Überlasten des Instruments beim Umschalten des Röhrenvoltmeters von Verstärker II auf Verstärker I.
Ist über die Dämpfung des Vierpols nichts auszusagen, schaltet man in den Kanal I die volle Dämpfung (7 Np) ein. Dies ist notwendig, um, wie schon erwähnt, beim Umschalten des Röhrenvoltmeters das Instrument nicht zu überlasten. Bei der Messung nimmt man die volle Dämpfung des Kanals I stufenweise zurück, bis der Zeiger auf der roten Marke steht. Auch dieser Vorgang muß wegen der gegenseitigen Beeinflussung der Verstärker ein- bis zweimal wiederholt werden. Die Dämpfung des Vierpols kann als Summe an den beiden Dämpfungsreglern (grob und fein) abgelesen werden.

Verstärkungsmessung

Der Meßvorgang ist der gleiche wie bei der Dämpfungsmessung. Nach dem Eichvorgang ist in den Kanal II die Grunddämpfung von 7 Np einzuschalten und Kanal I maximal zu dämpfen. Mit entsprechender Eingangsspannung wird der Zeiger des Anzeigeinstrumentes auf die rote Marke eingestellt. Das Röhrenvoltmeter liegt hierbei am Kanal II. Danach ist Kanal I durch stufenweises Herausnehmen der Dämpfung ebenfalls auf die rote Marke einzustellen und der Vorgang zu wiederholen. Das Ergebnis erhält man, indem

Bild 2: Blockschaltbild des VPM 1 mit angeschaltetem Generator und Vierpol



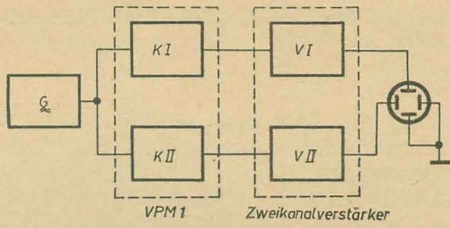


Bild 3: Meßprinzip, mit dem die Kanäle des VPM 1 auf Phasengleichheit geprüft werden können

von der Grunddämpfung (7 Np) des Kanals II die an den Dämpfungsreglern (grob und fein) des Kanals I abzulesende Summe abgezogen wird.

Phasenwinkelmessung

Nach dem Eichvorgang ist das Anzeigeinstrument an den Ringmodulator anzuschalten und der Zeiger mit R_{21} auf 0° einzustellen. Danach verfährt man wie bei der Dämpfungs- bzw. Verstärkungsmessung, legt aber zum Schluß das Anzeigeinstrument wieder an den Ringmodulator. An der in Grad geeichten Skala des Instruments ist der Phasenwinkel des Vierpols abzulesen.

Bild 4: Auf einer Oszillografenröhre erscheinende Gerade bei Phasengleichheit (Konstruktion der Geraden)

In den meisten Fällen ist vorher bekannt, ob der Winkel zwischen 0° und 180° oder 180° und 360° liegt. Der Winkel läßt sich auch feststellen, wenn bei Beobachtung des Zeigers die Meßfrequenz geändert wird.

Anwendung

Die Anwendung des Vierpolmeßgerätes beschränkt sich natürlich nicht nur auf Untersuchungen an reinen aktiven und passiven Vierpolen im ursprünglichen Sinne. Selbst auf Spezialgebieten sind recht interessante Möglichkeiten dadurch gegeben, daß das Gerät eine symmetrische Anschaltung an das Meßobjekt gestattet. Es sei hier nur auf die Wandlungsfähigkeit fast aller Schaltungen hingewiesen. Ebenso lassen sich mit dem Gerät einzelne Elemente einer Schaltung bestimmen. Erwähnt sei noch die Verwendungsmöglichkeit als Indikator in messender — zumindest aber prüfender — Art.

Abgleich des Vierpolmeßgerätes VPM 1

Es wird hier nicht der Abgleich, den die Prüfvorschrift enthält, behandelt, sondern es sollen die Geräte, die aus dem jeweils zur Verfügung stehenden Meßgerätepark zur Kontrolle des Abgleichs herangezogen werden können, erwähnt werden. Es gehen z. B. die Röhreneigenschaften mitunter stark auf die Abgleichpunkte bei 33 Hz ein, während die elektrischen Eigenschaften der Sirutoren die Abgleichpunkte bei 1 kHz und besonders die Stellungen der Nullpunkte beeinflussen. Eine Kontrolle des Abgleiches ist bei Ausfall eines solchen Bauelementes unbedingt erforderlich.
Den Prüffeldern des VEB Funkwerk Dresden stehen zum Abgleich des Vierpolmeßgerätes VPM 1 der „Prüfplatz VPM 1" zur Verfügung, der speziell dafür entwickelt wurde.
Dieser ist in Gestellform ausgeführt und enthält — jeweils als Einschub — einen Zweikanalverstärker, eine Phasenbrücke und eine R-Dekade.

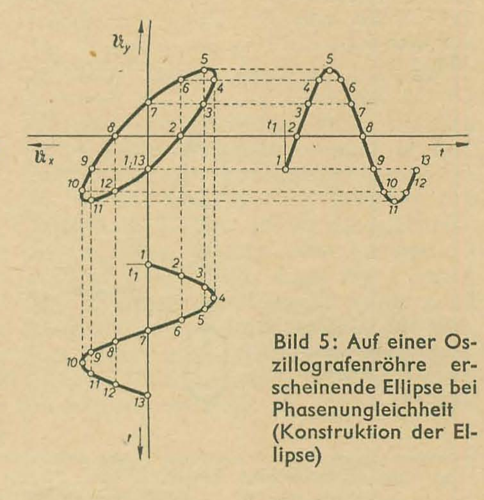


Bild 5: Auf einer Oszillografenröhre erscheinende Ellipse bei Phasenungleichheit (Konstruktion der Ellipse)

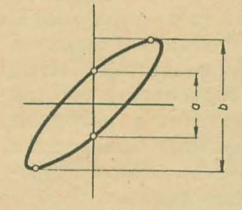


Bild 6: Ermittlung des Phasenwinkels aus der Ellipse

Mit dem Zweikanalverstärker können beide Kanäle des VPM 1 auf Phasengleichheit geprüft werden. Genauigkeiten von 1° lassen sich mit dem im Bild 3 dargestellten Meßprinzip durchaus erreichen. Das Ergebnis hängt in erster Linie von der Bildschärfe der verwendeten Oszillografen ab.
Bekanntlich zeigt bei Phasengleichheit der Kanäle die Oszillografenröhre eine

dem Verhältnis der angelegten Spannungen entsprechend geneigte Gerade. Bild 4 zeigt, wie die Gerade entsteht. Zur Vereinfachung wurde das Verhältnis der Spannungen mit 1 : 1 gewählt. Besitzen die Spannungen jedoch eine Phasenverschiebung, so zeigt das Oszillografenrohr eine mehr oder weniger geöffnete Ellipse. Aus Bild 5 ist ersichtlich, wie die Ellipse aus den beiden Spannungen hervorgeht. Dabei gilt der Satz, daß das Verhältnis des von der Ellipse geschnittenen Stückes einer Achse zur Länge der Projektion auf diese Achse gleich dem Sinus des Phasenwinkels ist (Bild 6). Also

$$\sin \varphi = \frac{a}{b} \qquad (1)$$

oder

$$\varphi = \operatorname{arc\,sin} \frac{a}{b}. \qquad (2)$$

Das Verhältnis der Spannungen muß dabei keineswegs 1 sein. Es ist leicht einzusehen, daß es nur auf das Verhältnis $\frac{a}{b}$ ankommt. In den meisten Fällen wird der spezielle Phasenabgleich mit einem Zweikanalverstärker entfallen können, da er in die Prüfvorschrift eingearbeitet ist.

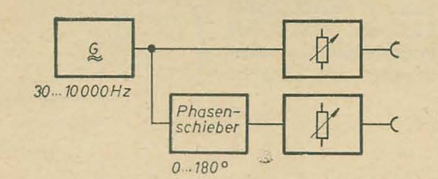


Bild 10: Erforderliche Stufen zum Phasenabgleich des VPM 1

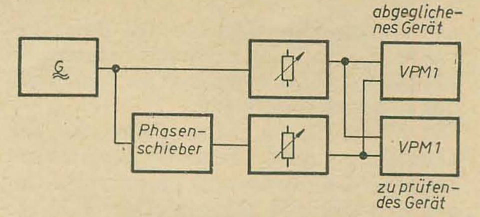


Bild 11: Phasenabgleich mit einem zweiten abgeglichenen VPM 1 beim Fehlen eines geeichten Phasenschiebers

Bild 7: Erforderliche Stufen zum Abgleich des VPM 1

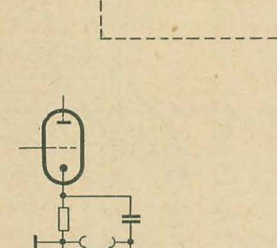


Bild 8: Gegentakt-Anodenbasisstufe mit Phasenbrücke

Für den eigentlichen Abgleich sind zwei gegeneinander um 0° ··· 180° verschiebbare Wechselspannungen erforderlich, deren Amplituden und Frequenzen in dem geforderten Frequenzbereich stetig regelbar sind. Die Frequenzvariation soll dabei für beide Spannungen gekoppelt und die Amplituden beider Spannungen getrennt zu regeln sein. Diese Forderungen erfüllt die Phasenbrücke.

Die einem Generator entnommene Wechselspannung wird zunächst in einer Verstärkerstufe verstärkt und in einer Katodyn-Schaltung in zwei um 180° phasenverschobene Spannungen aufgeteilt (Bild 7). Die an der Katode der Phasenumkehrröhre entnommene Spannung dient als Bezugspunkt. Das dazugehörige Buchsenpaar ist mit „Ausgang I 0°" bezeichnet. Am „Ausgang II 180°" liegt die an der Anode abgenommene Spannung. Gleichzeitig werden der Katodyn-Schaltung zur Steuerung einer Gegentakt-Anodenbasisstufe zwei gleich große Teilspannungen (jeweils an Katode und Anode) entnommen (Bild 8).

Im Katodenkreis dieser Stufe ist die Phasenbrücke aufgebaut. Die Anodenbasisschaltung wurde gewählt, um den Regelkreis möglichst niederohmig zu halten und dadurch eine nahezu amplitudenfreie Reglung des Winkels zu erreichen. Als Brücke wurde der bekannte RC-Phasenschieber verwendet. Die Spannung am Brückenausgang wird in einer nachfolgenden Stufe verstärkt und über einen Regler an das mit „Ausgang III 0° bis 360°" bezeichnete Buchsenpaar geführt. Bekanntlich lassen sich mit dem RC-Phasenschieber Phasendrehungen von annähernd 180° erreichen. Da die Skala (Bild 9) des VPM 1 rückläufig und symmetrisch ausgeführt ist, genügt eine Dimensionierung der Brücke für 90°. Die ganze Skala läßt sich überstreichen, indem die Spannungen einmal am „Ausgang I 0°" und „Ausgang III 0°···360°" abgenommen werden, um sich damit 90° bzw. 270° von 0° bzw. 360° her zu nähern und zum anderen zwischen „Ausgang II 180°" und Ausgang III 0° ··· 360°", um sich hiermit 90° bzw. 270° von 180° her zu nähern. Im übertragenen Sinn ergibt sich durch die Phasendrehung beider Spannungen um jeweils 90° ein Gesamtwinkel von 180°.

Als Abgleichpunkte sollten die Grenzfrequenzen 33 Hz und 10000 Hz, die Bezugsfrequenz 1000 Hz und die Frequenz 5000 Hz gewählt werden. Kontrollpunkte sind zweckmäßigerweise 0°, 30°, 60° und entsprechende.

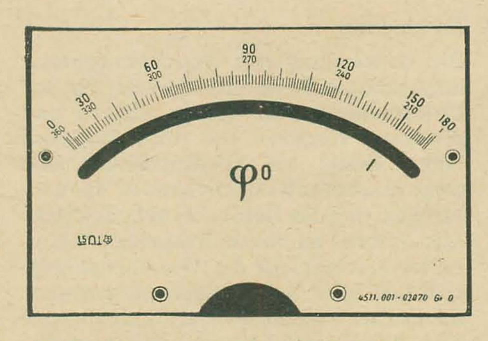


Bild 9: Phasenanzeigeskala des VPM 1

Technische Daten

Frequenzbereich: 30 ··· 10000 Hz

Dämpfungsmeßbereich: 0 ··· 7 Np

Verstärkungsmeßbereich: 0 ··· 7 Np

Winkelmeßbereich: 0° ··· 180° ··· 360°

Genauigkeit der Anzeige:
für Dämpfungs- und Verstärkungsmessungen: ± 0,05 Np
für Winkelmessungen:
im Bereich von 100 ··· 6000 Hz
20° ··· 60° ± 3°
0° ··· 20°, 160 ··· 180° ± 5°
im Bereich von 30 ··· 10000 Hz
20° ··· 60° ± 5°
0° ··· 20°, 160° ··· 180° ± 10°

Eingangswiderstand symmetrisch: 10 kΩ

Eingangswiderstand unsymmetrisch: 50 kΩ

Eingangswechselspannung bei 1 kHz und bei Dämpfung 0 ··· 7 Np: etwa 7 mV ··· 7 V

maximal zulässige Eingangsspannung am Ausgang des Vierpols bei Verstärkungsmessungen und symmetrischem Eingang: 10 V_{eff}

maximal zulässiger Klirrfaktor am Ausgang des Vierpols: 10%

Röhrenbestückung: 5 × 6 AC 7
1 × 5 Z 4
2 × GR 150 (DA)

Netzanschluß: 110, 125, 220, 240 V, 50 Hz

Leistungsaufnahme: etwa 60 VA

Netzspannungsabhängigkeit der Anzeige bei Netzspannungsschwankungen ± 10% (bei Nacheichung der Verstärker): ± 0

Abmessungen des Gerätes in mm: 550 × 340 × 265

Gewicht: etwa 30 kp

Zusammenfassend zeigt Bild 10 die erforderlichen Meßmittel. Dabei muß der Phasenschieber definiert sein, während die Regelglieder winkelfrei arbeiten müssen.

Steht kein geeichter Phasenschieber zur Verfügung, so kann zu dem zu prüfenden VPM 1 ein zweites, abgeglichenes Gerät parallelgeschaltet und als Bezugspunkt gewählt werden (Bild 11).

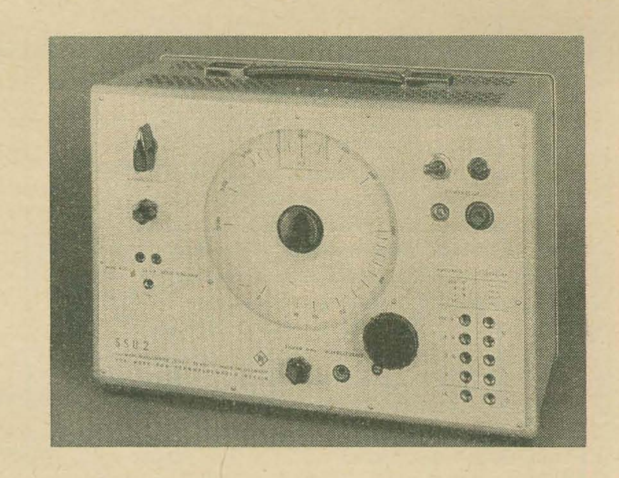
Literatur

O. Henkler: Übertragungstechnik im Fernmeldeweitverkehr; VEB Verlag Technik Berlin

O. Henkler: Anwendung der Modulation beim Trägerfrequenzfernsprechen auf Leitungen; S. Hirzel Verlag Leipzig

Schwebungssummer SSU 2

GÜNTER MEHLICH



Mitteilung aus dem VEB Werk für Fernmeldewesen Berlin

Im allgemeinen unterscheidet man bei Tongeneratoren zwischen den Schwebungssummern und den RC-Generatoren. Keiner dieser Generatoren besitzt einen absoluten Vorteil, sondern der jeweilige Vorteil ist zweckentsprechend. So ist z. B. die durchlaufende Skala des Schwebungssummers bei Mikrofon- und Lautsprecherprüfungen vorteilhaft; dagegen ist der RC-Generator durch seine mehrmals unterteilte Skala genauer in seiner Einstellung. In bezug auf die Frequenzkonstanz ist zu sagen, daß für Frequenzen unter 300 Hz der RC-Generator und für höhere Frequenzen der Schwebungssummer vorteilhaft ist, der im folgenden beschrieben wird.

Schaltung des Oszillators

Die Schaltung des Hochfrequenzoszillators zeigt Bild 1. Der Festoszillator schwingt auf 125 kHz, der Gleitoszillator zwischen 125 und 105 kHz. Die Schaltung ist eine Abwandlung der Eco-Schaltung, die besonders stabil arbeitet. Hinter jeder Oszillatorröhre liegt ein Röhrensystem als Trennröhre, womit ein geringer Klirrfaktor, der beim SSU 2 unter 1% liegt, und ein gutes Anschwingen bei tiefen Frequenzen erreicht wird. Erst dadurch ist es möglich, den Generator bei 0 Hz zu eichen. Die übliche 50-Hz-Eichung hat den Nachteil der zwei Einstellungen, von denen häufig die falsche gewählt wird. Die Anodenspannungen für die Oszillatoren sind durch eine Röhre stabilisiert. Als Schwingspulen werden Ferritspulen verwendet.

Temperaturkompensation

Wie bekannt ist, liegt der Hauptnachteil des Schwebungssummers im Fortlaufen der Frequenz. Dies ist hauptsächlich durch die Spulen bedingt, deren Induktivitäten sich mit zunehmender Erwärmung ändern und dadurch die Frequenz verschieben. Die Haupterwärmung erfolgt in der ersten Stunde. Nach dieser Zeit ist das Gerät so durchgewärmt, daß größere Frequenzverschiebungen nicht mehr zu erwarten sind. Ein Schwebungssummer ist in zwei Arten in der Temperatur zu stabilisieren, absolut und relativ. Bei der absoluten Stabilisation sorgt man durch Kompensation dafür, daß keiner der beiden Kreise in seiner Frequenz wegläuft. Das bedeutet aber einen hohen Aufwand an Prüffeldarbeit, und die zeitliche Konstanz einer absoluten Kompensation ist nicht sehr hoch. Es wurde deshalb das zweite Prinzip gewählt und relativ kompensiert. Hier können beide Generatoren fortlaufen, denn durch konstruktive Maßnahmen wird erreicht, daß sich beide im gleichen Verhältnis erwärmen und dadurch um den gleichen Betrag fortlaufen. Dieses Prinzip läßt sich in der Fertigung leichter und genauer durchführen. Neben dem Temperatureinfluß der Spulen wirken noch folgende Faktoren auf die Frequenzkonstanz ein:

1. Mechanische Toleranzen im Getriebe und im Drehkondensator (Umspringen der Frequenz bei Erwärmung).
2. Der Temperaturkoeffizient des Drehkondensators, der von der Stellung des Drehkondensators abhängig ist.
3. Das unterschiedliche Verhalten der Röhren und Bauelemente bei Erwärmung.
4. Unterschiedliche Temperaturkoeffizienten der Festkondensatoren.
5. Unterschiedliche Temperaturkoeffizienten der Spulen.
6. Temperaturkoeffizient des Eichtrimmers.
7. Ungleichmäßigkeiten der Erwärmung der beiden Kammern des Oszillators.
8. Ungleichmäßigkeiten der Wärmeübertragung an die Spulen, z. B. durch ungenaue Befestigung oder Luftblasen in der Vergußmasse.

Es ist ersichtlich, daß eine große Anzahl von Faktoren zu beachten ist. Diese Faktoren streuen mit gewissen Werten in der Fertigung, und jedes aus der Fertigung kommende Gerät wird einen anderen Summenwert haben. Wollte man alle diese Faktoren konstant halten, so käme man zu einem untragbaren Umfang der Prüffeldarbeit. Es ist deshalb notwendig, die Werte nur innerhalb bestimmter Toleranzen und möglichst verschieden in der Richtung (positive und negative Temperaturkoeffizienten) schwanken zu lassen. Damit ergibt sich bei einer normalen Fertigung ein recht kleiner Streubereich, bei dem nur wenige Geräte von den in technischen Daten angegebenen Werten abweichen. Der Summenwert aller Temperatureinflüsse ist beim Schwebungssummer mit einem einzigen Aus-

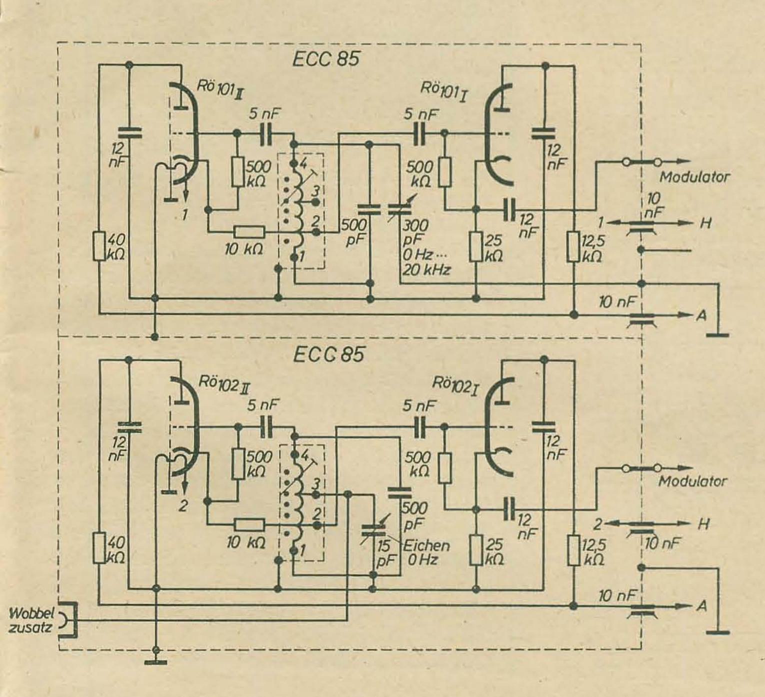


Bild 1: Schaltbild des Oszillators

gleichkondensator mit hohem Temperaturkoeffizienten kompensiert. Die technischen Daten zeigen auch ein gutes Ergebnis. Außerdem wurden beide Oszillatoren (Fest- und Gleitoszillator) voll abgeschirmt und das Gehäuse nicht aus Eisen, sondern aus dem besser wärmeleitenden Aluminium gefertigt. Da eine Seite des Oszillators an den stark wärmeerzeugenden Netzteil angrenzt, wurde hier durch Luftkammern für eine genügende Isolierung gesorgt. Für diese wurde ein Abschirmblech verwendet, dessen oberer Teil die Schichtung Kunststoffolie — Mu-Metall — Kunststoffolie — Mu-Metall — Kunststoffolie zur Abschirmung des Streufeldes und dessen unterer Teil statt Mu-Metall wärmeisolierende Luftkammern besitzt.

Modulator

Beide Hochfrequenzen werden über Transformatoren in einem Kupferoxydul-Ringmodulator gemischt (Bild 2). Die feste Frequenz ist in ihrer Amplitude einstellbar, so daß die am Ausgang des Modulators herrschende Amplitude auf genau 50 mV einstellbar ist. Nach einem Röhrenwechsel oder nach Reparaturen ist dieser Wert wieder einzustellen. Dem Modulator schließt sich ein Tiefpaß an, der die Nutzfrequenz von der restlichen Hochfrequenz reinigt. Die gesiebte Spannung mit Frequenzen zwischen 3 und 20000 Hz und einem niedrigen Klirrfaktor ist den anschließenden Ausgangsbuchsen zu entnehmen. Der Feinregler im Modulator gestattet sowohl die Änderung der Ausgangsspannung am Modulatorausgang, als auch die der Eingangsspannung für den nachfolgenden Verstärker.

Verstärker

Es handelt sich um einen sehr stark gegengekoppelten 4-Röhrenverstärker mit einer Leistungsendröhre von 1 W (Bild 3). Durch die starke Gegenkopplung und einem guten Ausgangstrafo ergibt sich ein niedriger Klirrfaktor von $< 1\%$. Der Frequenzgang des Verstärkers ist linear von 20 ··· 20000 Hz mit einer Toleranz von 5% im Hauptmeßbereich, die sich an den Grenzen des Meßbereiches auf 10% erhöht. Der Phasengang des Verstärkers ist durch den großen Übertragungsbereich gering.

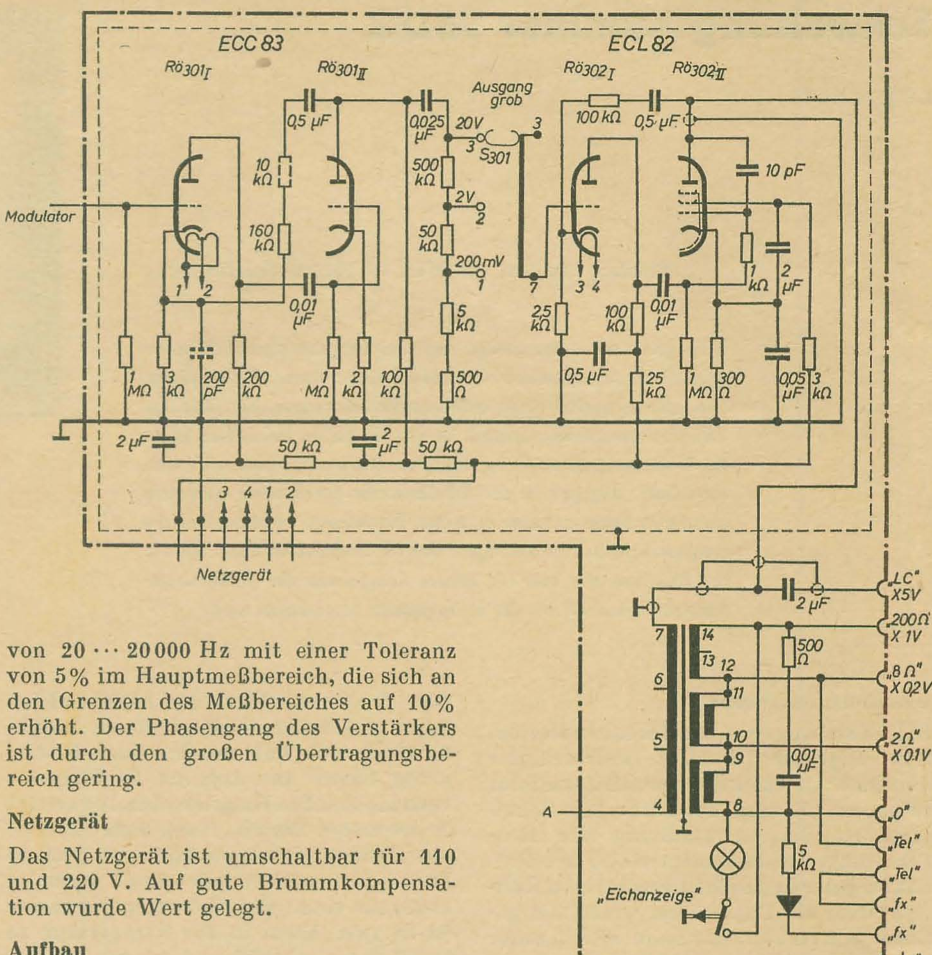


Bild 3: Schaltbild des Verstärkers

Netzgerät

Das Netzgerät ist umschaltbar für 110 und 220 V. Auf gute Brummkompensation wurde Wert gelegt.

Aufbau

Der Drehkondensator konnte durch Aufbau auf eine durchlöcherte Platte thermisch entlastet werden. Er ist mit dem Oszillator fest verbunden.

Damit das Chassis möglichst leicht von allen Seiten zugängig ist, wurden in der Mitte die weniger störanfälligen Teile (Drehkondensator, Ausgangstransformator) angeordnet. Um diese Teile sind vier nach außen offene Chassis angeordnet; unten die Oszillatoren mit dem fest angebauten Drehkondensator, seitlich der Modulator sowie das Netzgerät und oben der Verstärker. Die einzelnen Bausteine sind durch diese Anordnung gut gegeneinander abgeschirmt. Die vier Bausteine sind an einer Trägerplatte, vor der noch die Frontplatte angeordnet ist, leicht lösbar montiert.

In der Formgestaltung ist dieses Gerät das erste Stück einer neuen Serie, die in Zusammenarbeit mit der Hochschule für angewandte Kunst, Berlin-Weißensee, ein ästhetisch befriedigendes und gleichmäßiges Bild zeigt.

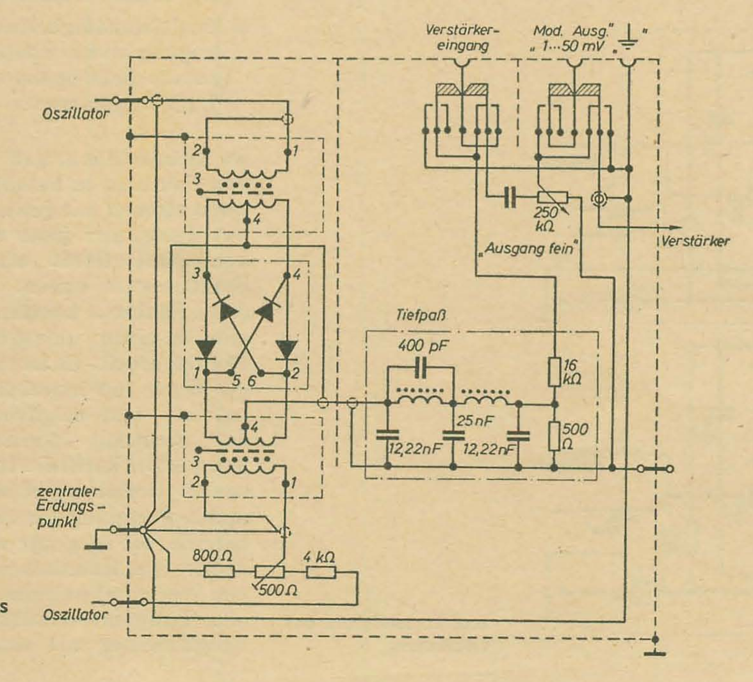


Bild 2: Schaltbild des Modulators

Eichung

Wegen der eindeutigen Eichanzeige wurde eine Eichung bei 0 Hz gewählt. Sie wird vom Werk so eingestellt, daß sie mit dem Endanschlag der Hauptskala zusammenfällt. Die Eichung ermöglicht ein kleiner Drehkondensator, der die Frequenz um etwa 100 Hz verschiebt. Als eingebaute Eichanzeige dient eine sogenannte Fahrradrücklichtlampe 6 V, 50 mA. Der Verstärker ist so ausgelegt, daß er in der Nähe von 0 Hz noch einen Teil der Spannung überträgt.

Nachdem die Hauptskala auf 0 Hz eingestellt ist, wird durch Betätigen der Eichtaste die Lampe eingeschaltet und mit dem Eichdrehkondensator anschließend gelöscht. Der Grobregler soll auf 20 V stehen. Die Fahrradrücklichtlampe ist nicht überlastet, wenn die Spannung in der Nähe von 0 Hz liegt und 6 ··· 10 V beträgt. Es ist nicht zu empfehlen, die Eich-

lampe bei höheren Frequenzen einzuschalten, da sie sonst leicht durchbrennt. Für größere Eichgenauigkeit schaltet man ein Vielfachinstrument an den 200-Ω-Ausgang, mit dem zuerst im Bereich 30 V~ Stromlosigkeit eingestellt wird. Dann ist mit Vorsicht der kleinstmögliche Gleichstrombereich zu wählen und das Gerät so einzustellen, daß die Pendelbewegung des Zeigers aussetzt. Ebenso kann ein Kopfhörer (an den 200-Ω-Buchsen angeschlossen) zur Eichung benutzt werden. Hierbei ist auf das langsamste „periodische Rauschen" einzustellen.

Hinweise für die Anwendung

Tiefe Frequenzen

Die Oszillatoren erzeugen bereits Schwebungen unter einem Hz. Die tiefsten Frequenzen besitzen allerdings einen recht großen Klirrfaktor, der erst von etwa 3 Hz an ein erträgliches Maß annimmt. Da der Verstärker ab 20 Hz linear verstärkt, sollte man tiefe Frequenzen zweckmäßigerweise am Oszillatorausgang abnehmen. Die Einstellung tiefer Frequenzen aber ist schwierig, da die Eichstriche in Abständen von 10 Hz liegen. Unter Umständen lassen sich Eichfrequenzen durch Lissajous-Figuren am Oszillografen einstellen. Da in der NF-Technik im allgemeinen Frequenzen erst ab 20 Hz benutzt werden, konnte man auf eine verteuernde Einstellung der unteren Frequenzen verzichten.

Ausgangswege

Alle Spannungsabgaben beziehen sich auf Leerlauf. Auf der Frontplatte befindet sich eine kleine Tabelle für die Multiplikatoren der Spannungen der verschiedenen Ausgänge. Die maximale Spannung am LC-Ausgang beträgt 100 V, die maximale Spannung am 200-Ω-Ausgang 20 V. Diese Spannung sinkt bei Belastung mit 1 W auf 14 V ab. Die Ausgänge für 200, 8 und 2 Ω reichen für alle elektroakustischen Anwendungen aus. Zweckmäßig wählt man den Ausgangswiderstand des Generators kleiner als den Eingangswiderstand des Meßobjektes; er soll so klein sein, wie es die gewünschte Spannung zuläßt.

Klirrfaktor

Der Klirrfaktor liegt im Hauptmeßbereich zwischen 30 und 10000 Hz unter 1%. Am Modulatorausgang besitzt er etwa nur den halben Wert.

Ausgangswiderstände

Der Innenwiderstand des Ausganges beträgt für eine Belastung mit 200 Ω 80 Ω. Diesem Ausgang kann eine Leistung von 1 W (14 V) entnommen werden. Der LC-Ausgang besitzt einen inneren Widerstand von etwa 1000 Ω und der 8- bzw. 2-Ω-Ausgang einen Innenwiderstand von etwa 4 bzw. 1 Ω. Die beiden letztgenannten Ausgänge lassen sich bevorzugt bei der Messung von Lautsprechern verwenden. Auch hier kann bei Belastung mit dem Nennwert 1 W entnommen werden. Der Innenwiderstand am Modulatorausgang ist von der Stellung des Reglers abhängig.

Eingangswiderstand

Der Eingangswiderstand an den Eingangsbuchsen des Verstärkers ist ebenfalls von der Stellung des Reglers abhängig.

Frequenzvergleich

Das Gerät läßt sich auch als Frequenzmesser für NF-Frequenzen durch Vergleich nach dem Schwebungsverfahren verwenden. Hierzu ist zunächst durch Vergleich mit dem Kopfhörer und wechselseitiges Abhören der beiden Frequenzen die angelegte Frequenz festzustellen und der SSU 2 auf etwa die gleiche Frequenz einzustellen. Ebenso ist die Amplitude des SSU 2 (Anschluß an den 8-Ω-Buchsen) ungefähr auf die gleiche Lautstärke einzuregeln. Danach wird der Kopfhörer an das Buchsenpaar für Kopfhörer, die zu messende Frequenz an das Buchsenpaar f_x angeschlossen und Schwebungsnull eingestellt. Die zu untersuchende Spannung soll unter 10 V liegen. Der vorherige grobe Vergleich der Frequenzen ist notwendig, um nicht auf Oberwellen abzugleichen.

Wobbeln

An der Frontplatte befindet sich eine Buchse für den möglichen Anschluß eines Wobbelzusatzes. Dieser ist ein motorisch angetriebener Drehkondensator (Drehzahl ≈ 300 U/min, Wobbelfrequenz ≈ 5 Hz, Kapazität 0 ··· 10 und 0 bis 100 pF), der die Frequenz periodisch verändert. Er wird besonders bei Prüfungen von Lautsprechern und Mikrofonen benutzt, wo ein Einschwingen auf mechanische Resonanzen vermieden werden soll.

Technische Daten

Frequenzbereich: 20 ··· 20000 Hz
Einstellbereich (ohne definierte Amplitude und Kurvenform): 3 ··· 20000 Hz
Eichung bei 0 Hz: mit eingebauter Eichlampe
Frequenzwanderung:
< 5 Hz/h nach einer Stunde Einlaufzeit (in der ersten Stunde Nacheichung erforderlich)
Netzspannungsabhängigkeit bei 10% Schwankung (die Amplitude zeigt keine Abhängigkeit): < 2 Hz
Ausgangsleistung: 1 W
Leerlaufspannung bei voll aufgedrehtem Feinregler und Grobregler auf 20 V:
Modulatorausgang 50 mV; 2-Ω-Ausgang 2 V; 8-Ω-Ausgang 4 V; 200-Ω-Ausgang 20 V; LC-Ausgang 100 V
Grobregler auf 2 V:
Modulatorausgang 50 mV; 2-Ω-Ausgang 0,2 V; 8-Ω-Ausgang 0,4 V; 200-Ω-Ausgang 2 V, LC-Ausgang 10 V
Grobregler auf 0,2 V:
Modulatorausgang 50 mV; 2-Ω-Ausgang 20 mV 8-Ω-Ausgang 40 mV; 200-Ω-Ausgang 0,2 V; LC-Ausgang 1 V
Spannung bei 1 W Belastung und Grobregler auf 20 V:
2-Ω-Ausgang 1,4 V; 8-Ω-Ausgang 2,8 V; 200-Ω-Ausgang 14 V
Frequenzgang der Ausgangsspannung (Leerlauf)
bei 50 Hz ··· 8000 Hz: < 5%
bei 20 ··· 50 Hz und 8000 ··· 20000 Hz: < 10%
Klirrfaktor bei 30 Hz ··· 10 kHz: < 1%
Störabstand (bei jedem Spannungsbereichsendwert
Brumm: 1 : 300, HF: 1 : 500
Abmessungen in mm: 305 × 217 × 196
Gewicht: 11 kp
Röhrenbestückung:
2× ECC 85, ECC 83, ECL 82, EZ 80, StR 108/30

Meßschleifenverstärker mit Transistoren

Dipl.-Phys. E. HEMPEL

Bei vielen meßtechnischen Aufgaben und besonders dort, wo es sich darum handelt, Meßwerte mittels Schleifenoszillografen, Linienschreibern oder Kompensationsschreibern zu registrieren, besteht Bedarf an Gleichstromverstärkern. Die Schwierigkeiten, die beim Bau von Röhren-Gleichstromverstärkern auftreten, sind hinreichend bekannt, so unter anderem die galvanische Kopplung mehrerer Stufen, die Erzeugung der verschiedenen und sehr konstanten Betriebsspannungen, die Ableitung der meist nicht unerheblichen Wärmemengen sowie die Empfindlichkeit gegenüber mechanischen Erschütterungen.

Es wird im folgenden ein Gleichstrom-Meßschleifenverstärker beschrieben, der sich bei einer Stromverstärkung von $1{,}4 \cdot 10^3$ und befriedigender Nullpunktstabilität durch verhältnismäßig geringen Aufwand, geringen räumlichen Abmessungen, Unempfindlichkeit gegenüber mechanischen Erschütterungen sowie Unabhängigkeit von irgendwelchen äußeren Stromquellen auszeichnet. Das Gerät eignet sich hervorragend zum Einsatz bei Messungen, die unter rauhen Betriebsbedingungen durchgeführt werden müssen.

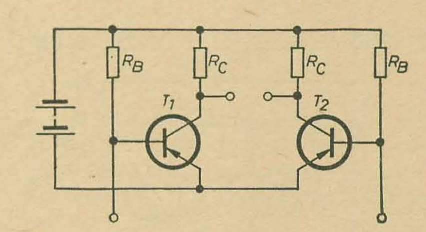


Bild 1: Prinzipschaltung des Verstärkers

Die Verwendung von Transistoren bietet in mancher Hinsicht gegenüber den Elektronenröhren beim Bau von Gleichstromverstärkern Vorteile, da wegen der verhältnismäßig kleinen Betriebsspannungen der Transistoren die galvanische Kopplung der Stufen einfacher ist. Die Erzeugung der Betriebsspannungen durch komplizierte Stromversorgungsgeräte entfällt durch Verwendung von galvanischen Elementen. Die Wärmeerzeugung durch die Transistoren ist im Verhältnis zur Elektronenröhre vernachlässigbar klein. Das bedeutet rationelle

Ausnutzung der Betriebsstromquelle. Unempfindlichkeit gegenüber mechanischen Erschütterungen ist ein weiterer Vorteil des Transistorverstärkers.

Für die Entwicklung waren folgende Gesichtspunkte maßgebend: Verstärkereingangswiderstand = 10 kΩ, Stromverstärkung ≈ 10^3, eingebaute Stromversorgung, einfache Bedienung, das Gerät soll rauhen Betriebsbedingungen genügen,

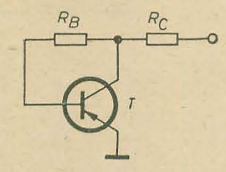


Bild 2: Gleichstromgegenkopplung

eine 20-mA-Meßschleife (MST) soll noch ausreichend ausgesteuert werden. Zur Verfügung standen Transistoren der Typen OC 810 (HWF) und OC 72 (Valvo). Bekanntlich sind Transistoren in hohem Maße temperaturabhängig. Aus diesem Grunde war die Anwendung einer Brükkenschaltung zur Temperaturkompensation zweckmäßig.

Bild 1 zeigt die Prinzipschaltung des Verstärkers. Die beiden Transistoren T_1 und T_2 müssen einen annähernd gleichen Temperaturgang des Kollektorstromes haben und es muß gewährleistet sein, daß beide die gleiche Temperatur erhalten. Bei Gleichstromverstärkern, von denen besonders gute Nullpunktstabilität verlangt wird, bettet man die beiden Brückentransistoren in ein Medium sehr guter Wärmeleitfähigkeit, so daß sich eine eventuell durch unterschiedliche innere Erwärmung der beiden Transistoren hervorgerufene Temperaturdifferenz sehr rasch ausgleicht. Außerdem erreicht man, daß Änderungen der Umgebungstemperatur infolge der großen Wärmekapazität des Systems auf die Transistoren nur einen sehr geringen Einfluß haben. Auf diese Maßnahme wurde hier allerdings verzichtet, da eine Versuchsschaltung mit ausgewählten Transistoren OC 810 und OC 72 eine recht gute Nullpunktstabilität ergab. Außerdem sind die Arbeitspunkte der Transistoren so gewählt, daß die innere Erwärmung der Transistoren sehr gering ist.

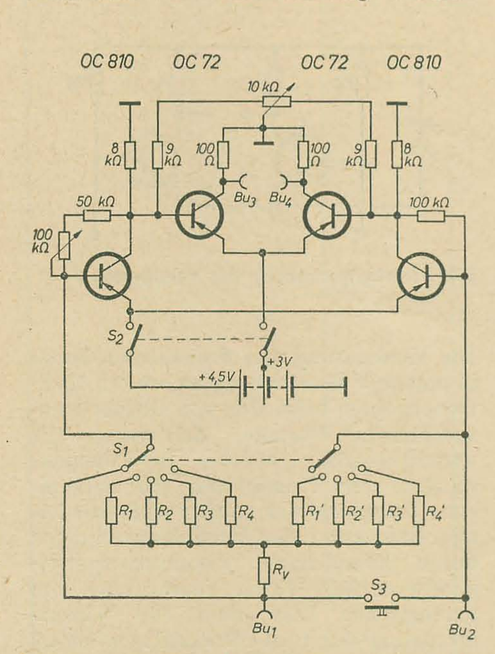


Bild 3: Vollständige Schaltung des Meßschleifenverstärkers

Die im Bild 2 dargestellte Gleichstromgegenkopplung bewirkt eine Stabilisierung des Arbeitspunktes. Steigt beispielsweise der Kollektorstrom durch Temperaturerhöhung an, so wird die Kollektorspannung sinken und somit über R_B eine Verminderung des Basisstromes hervorrufen, der seinerseits der Kollektorstromänderung entgegenwirkt. Je größer der Kollektorwiderstand R_C ist, um so besser ist die stabilisierende Wirkung.

Die vollständige Schaltung des Meßschleifenverstärkers zeigt Bild 3. Es erwies sich hinsichtlich der Verstärkung als günstig, beide Stufen des Verstärkers in Emitterschaltung auszuführen. Bild 4 und Bild 5 geben Auskunft über die Eigenschaften des Verstärkers, wie Verstärkung, Aussteuerungsgrenze und Eingangswiderstand. Der Ausgangsstrom wurde an den Buchsen Bu_3 und Bu_4 mit einem 30-mA-Instrument (Innenwiderstand = 6 Ω) gemessen. Die Wirkung der Gegenkopplung der ersten Stufen wird durch Anwendung der im Eingang niederohmigen Emitterschaltung stark vermindert. Jedoch war die Nullpunktkonstanz des Verstärkers noch befriedigend.

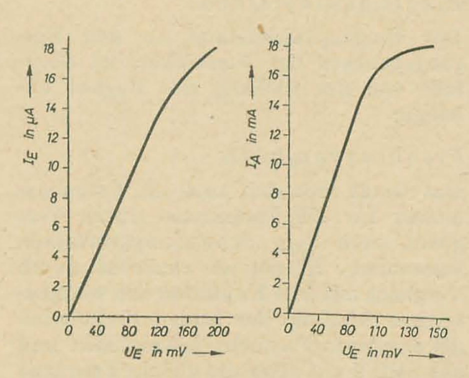


Bild 4: Eingangsstrom in Abhängigkeit von der Eingangsspannung

Bild 5: Ausgangsstrom in Abhängigkeit von der Eingangsspannung

Der Gesamtstrombedarf des Verstärkers liegt bei 45 mA im unausgesteuerten Zustand. Die Stromversorgung des Gerätes besteht aus zwei 1,5-V-Monozellen sowie einer 1,5-V-Stabbatterie. Die Zellen sind so geschaltet, daß die Versorgung der 2 × OC 72 von den Monozellen und die der 2 × OC 810 von der Einzelzelle der Stabbatterie erfolgt.

Die Bilder 6 und 7 zeigen die Ober- und Unterseite des als Einschub ausgeführten Verstärkers.

Der Abgleich erfolgt, indem nach Kurzschließen des Verstärkereingangs mittels des Druckschalters S_3 der Brücken- bzw. Ausgangsstrom I_A mit dem im Schaltbild angegebenen 10-kΩ-Potentiometer auf Null geregelt wird. Dann wird durch Öffnen des gleichen Schalters der Kurzschluß der Eingangsklemmen beseitigt und der dann noch fließende Strom I_A mit dem 100-kΩ-Potentiometers auf Null geregelt. Dieser Abgleich ist solange zu wiederholen, bis sich I_A durch Kurzschließen der Eingangsklemmen nicht mehr ändert.

Mit dem Stufenschalters S_1 kann eine Verstärkungsregelung in 5 Stufen durchgeführt werden. Die Verstärkungsregelung erfolgt bei jeweils gleichem Eingangswiderstand.

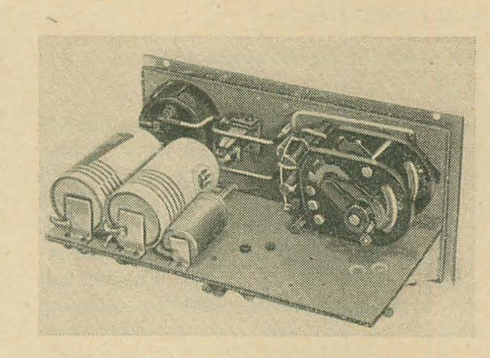


Bild 6: Oberseite des Chassiseinschubes

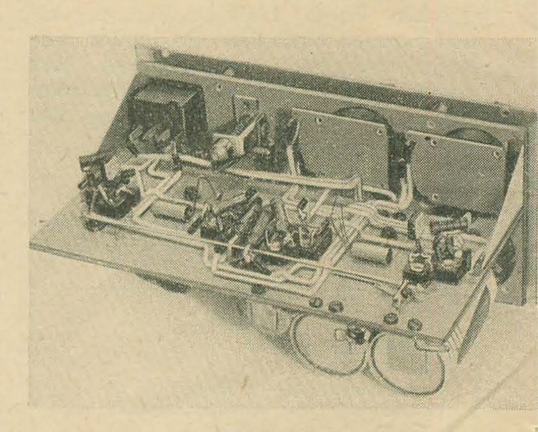


Bild 7: Unterseite des Chassiseinschubes

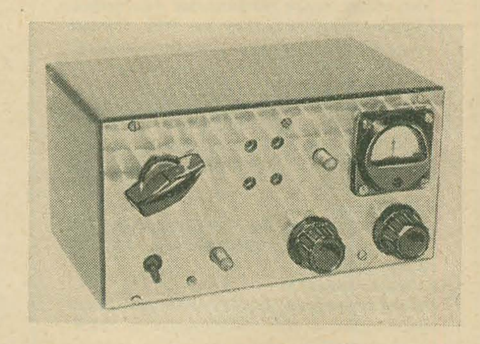


Bild 8: Gesamtansicht des Meßschleifenverstärkers

Durch einen zweipoligen Kippschalter S_2 können die Batterien vom Verstärker abgeschaltet werden. Ein eingebautes Nullinstrument (4,5 — 0 — 4,5 mA) wird nur durch Betätigen eines Druckschalters zwischen die Ausgangsbuchsen geschaltet. Bild 8 zeigt die Gesamtansicht des Meßschleifenverstärkers. Das Gewicht beträgt 1,25 kp. Die äußeren Abmessungen betragen 190 × 110 × 100 mm.

Elektrometrisches Meß- und Steuergerät

E. A. FROMMHOLD

Messung und Dosierung kleiner Ströme und Ladungsmengen insbesondere für lichtelektrische Anwendungen

Nicht nur in der elektrischen Betriebsmeßtechnik, sondern auch in der Steuer- und Regelungstechnik werden sich künftig elektrostatische Verfahren einen festen Platz erwerben. Der folgende Aufsatz behandelt ein elektrometrisches Gerät mit Anwendungsbeispielen aus dem Bereich der fotografischen Technik. Die beschriebenen Entwicklungsarbeiten wurden im Privatlabor des Verfassers durchgeführt.

Foto-Sekundärelektronen-Vervielfacher (FSEV) oder Fotozelle?

Vor der Entwicklung einer lichtelektrischen Meßanordnung steht die Frage nach dem zweckmäßigsten Strahlenempfänger [1]. Bei Beleuchtungsstärken > 1 lx wird man stets zu geeigneten Elementen mit innerem Fotoeffekt (Halbleiter) greifen, sind dagegen geringe Lichtströme nachzuweisen, hat man die Wahl zwischen dem FSEV und der klassischen Fotozelle.

Die rasche Entwicklung des FSEV [2] zu einem Standard-Bauelement der lichtelektrischen Meßtechnik hat manchem Ingenieur die Lösung bestimmter Aufgaben wesentlich erleichtert.

Der FSEV hat eine sehr hohe Zeitauflösung und gestattet, die Rauscheigenschaften nachfolgender Verstärker durch relativ hohe Ausgangssignale zu vernachlässigen. Der Ausgang ist niederohmig und erlaubt den Verzicht auf Messungen mit Elektrometern.

In den Fällen, wo man kurzzeitige Vorgänge übertragen will ($\leq$ 0,1 ms) ist der FSEV in jedem Fall das gegebene Instrument. Es gibt jedoch eine große Anzahl von lichtelektrischen Meßaufgaben, bei denen man erst sorgfältig prüfen sollte, ob der FSEV der einfachen Fotozelle gegenüber noch Vorteile oder nicht sogar Nachteile bringt.

Beim FSEV fallen oftmals folgende Nachteile sehr stark ins Gewicht:

1. höherer Preis;
2. hoher Aufwand für die Erzeugung, Stabilisierung und Teilung der mehr als zehnmal höheren Betriebsspannung im Vergleich zur Fotozelle.

Ob andere Nachteile des FSEV eine Rolle spielen, muß von Fall zu Fall entschieden werden. Der am Ausgang des FSEV gemessene verstärkte Dunkelstrom ist um eine zusätzliche Störkomponente, verursacht durch das Vervielfachersystem, höher als der Dunkelstrom der Fotokatode. Das Vervielfachersystem stellt zugleich eine zusätzliche Rauschquelle dar. Gegen magnetische Störungen und vermutlich gegen Erschütterungen ist der FSEV empfindlicher als die Fotozelle.

Man kann sagen, daß der FSEV nur dort einen rationellen Einsatz erlaubt — wo eine Übertragung von Impulsen gefordert wird — wo auch sein Preis gegenüber dem höheren elektronischen Aufwand für die Impuls-Anzeigeschaltung zurücktritt. Die dem FSEV allgemein nachgesagte höhere Lichtempfindlichkeit trifft in betriebsmeßtechnisch realisierbarer Form nur für den Impulsbetrieb unter bestimmten Bedingungen zu.

Sollen Lichtstärken ($\geq 1\mu$ lx) oder Lichtmengen ($\geq 1\mu$ lxs) integrierend gemessen werden, ist es vorteilhafter, eine einfache Fotozelle in Verbindung mit einem Röhrenelektrometer oder -galvanometer zu benutzen [3, 4].

Instrumente mit Elektrometerröhren erreichen heute auch die günstigen Eigenschaften robuster Betriebsmeßgeräte. Nachfolgend wird ein Versuchsgerät dieser Art beschrieben, das sich trotz großen Anwendungsbereiches durch einfachen Aufbau auszeichnet.

Das Prinzip der Akkumulation kleiner Ströme in Kondensatoren

Ströme von Fotozellen mit äußerem Fotoeffekt, Ströme von Ionisationskammern, oder anderen Quellen hohen Innenwiderstandes können in kleinen Kondensatoren mit besonders guter Isolation gespeichert werden. Die an der Kapazität entstehende Spannung ist proportional der akkumulierten Ladung in Amperesekunden.

Der weiter unten ausführlich beschriebene Dosierungsautomat gestattet die Abgabe eines Signals oder die Auslösung eines Steuervorganges, nachdem auf der Eingangskapazität eine bestimmte — durch Kondensatoren in Stufen und an einem Regler kontinuierlich einstellbare — Ladungsmenge akkumuliert wurde. Die primäre Größe kann je nach Art des Gebers z. B. eine Strahlung oder auch eine andere Größe sein. (Ist der Meßwertgeber ein Piezoquarz oder ein hochisolierter Schutzringkondensator mit durch die Meßgröße veränderlicher Kapazität, so kann man beispielsweise Drücke von Gasen oder Flüssigkeiten überwachen und bei Überschreitung eines Vorgabewertes einen Steuervorgang auslösen. Diese Art der Kraftmessung kann sehr rationell zum elektronischen Wiegen ausgenutzt werden. Besondere Bedeutung gewinnt hierbei die Schnellwägung mit automatischer Sperrung der Zufuhr des Füllgutes. Bei Längenmessungen können bestimmte Toleranzbereiche durch ein bestimmtes Signal oder eine Gegensteuerung begrenzt werden).

Der wichtigste Anwendungsbereich dieses Gerätetyps ist die automatische Dosierung von Strahlungsmengen. Die Lösung dieser Aufgabe kann in folgenden Bereichen Bedeutung gewinnen:

1. Automatische Belichtungsregelung für fotografische Zwecke;
2. genaue Dosierung von UV-Strahlungsmengen im medizinischen, biologischen oder technischen Bereich;
3. Dosierung von Röntgenstrahlen und Strahlen radioaktiver Elemente, besonders in der medizinischen Therapie.

Bild 1 zeigt das Prinzipschaltbild eines Strahlen-Dosier-Automaten. Die Kontakte S_1 und S_2 werden bei Beginn des Dosiervorganges nach rechts gelegt. Hierauf schaltet sich über S_2 die Strahlenquelle L ein (Projektionslampe am fotografischen Kopiergerät, Röntgenapparat, UV-Strahler oder Öffnungsmagnet des Verschlusses eines Bestrahlungsgerätes mit radioaktiver Quelle). Der Kontakt a_1 wird durch den Kompensationsstrom des Kreises U_k/R_2 in der gezeichneten Stellung gehalten. S_1 gibt das zuvor mittels U_L negativ aufgeladene Steuergitter der Verstärkerröhre frei, deren Anodenstrom durch

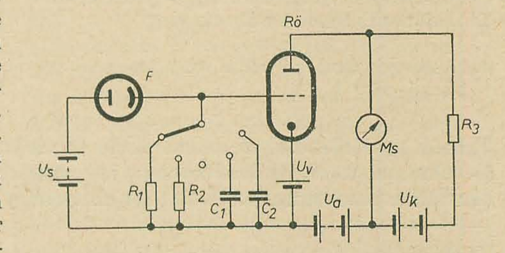


Bild 2: Prinzipschaltbild eines Gerätes zur Messung der Belichtung und der Beleuchtungsstärke

diese Spannung stark vermindert oder gesperrt ist. Der der Strahlenintensität proportionale Strom des Strahlenempfängers F (Fotozelle oder Ionisationskammer) zieht die negative Ladung von der Eingangskapazität wieder ab. Somit steigt der Anodenstrom der Röhre an und öffnet an einer definierten Stelle der Röhrenkennlinie den Kontakt a_1 des gepolten Relais A. Mit dem Schalten des Relais A ist der Strom der Strahlenquelle L unterbrochen und damit der Dosiervorgang beendet. Die Zeit, nach der das Gerät die Quelle abschaltet, ist umgekehrt proportional der Strahlenintensität und proportional der Eingangskapazität der Anordnung multipliziert mit dem an R_1 eingestellten Teil der Ladespannung U_L an R_1.

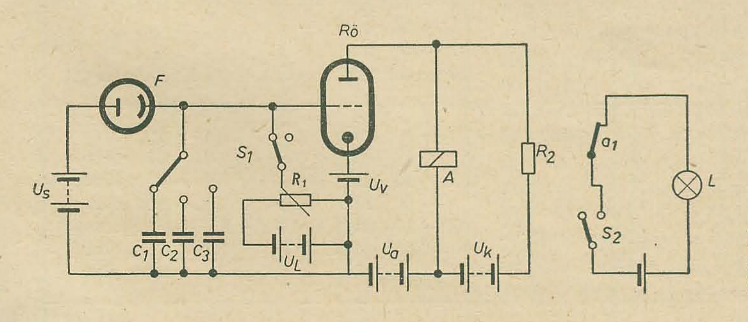


Bild 1: Prinzipschaltbild eines Gerätes zur automatischen Belichtungssteuerung

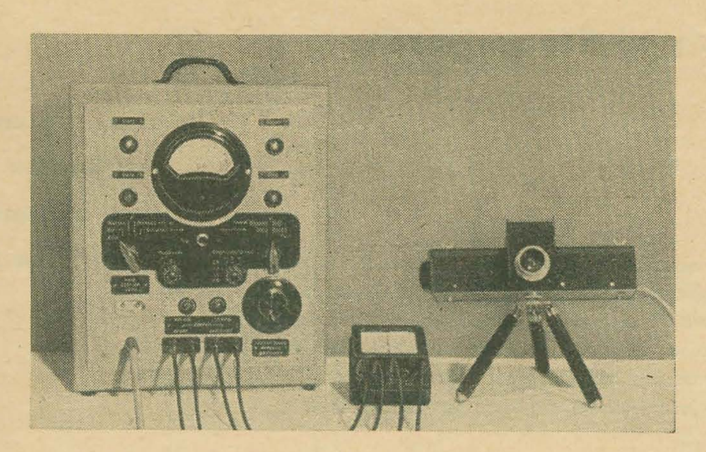


Bild 3: Universalgerät mit EAW-Kurzzeituhr (Kombination von Bild 1 und 2)

Die Messung kleiner Ströme und Ladungen

Bild 2 zeigt, daß man durch geringfügige, vereinfachende Änderungen das Gerät von Dosierbetrieb auf Meßbetrieb umstellen kann. Sind am Eingang Widerstände R_1, R_2 usw. eingeschaltet, so mißt das Röhrenelektrometer den an diesen entstehenden Spannungsabfall. Die Anzeige ist somit dem Strom des Strahlenempfängers proportional. Ist eine Kapazität C_1, C_2 usw. eingeschaltet, so zeigt das Gerät die Strahlenmenge an.

Die erste Voraussetzung, die für das einwandfreie Arbeiten einer Anordnung nach Bild 1 oder Bild 2 erfüllt sein muß, ist die Verminderung von Fehlströmen im Eingangskreis auf Werte, die gegen den zu messenden bzw. zu speichernden Strom vernachlässigbar bleiben. Will man den unteren Grenzwert der Meß- bzw. Dosierbereiche erhalten, so sind Isolationswiderstände in der Größenordnung $10^{12} \cdots 10^{13}\,\Omega$ erforderlich. Der Strahlenempfänger muß einen geerdeten Schutzring haben und als Verstärker kommt nur eine Elektrometerröhre mit einem Reststrom der Steuerelektrode von $\leqq 10^{-13}$ A in Betracht. Diese Bedingungen sind nach dem heutigen Stand der Elektrometertechnik leicht erfüllbar.

Bild 3 zeigt ein elektrometrisches Meß- und Steuergerät, welches alle zuvor beschriebenen Möglichkeiten in sich vereinigt.

Beschreibung des Universalgerätes

Die Grundform dieses Gerätetyps gestattet die Durchführung folgender Messungen:

1. Messungen kleiner Ströme von etwa $1 \cdot 10^{-12}$ bis $2{,}5 \cdot 10^{-6}$ A
2. Messungen elektrischer Ladungsmengen von $3 \cdot 10^{-12} \cdots 5 \cdot 10^{-8}$ As
3. Automatische Auslösung von Schaltvorgängen nach Überschreitung einer vorher einzustellenden Ladungsmenge im Bereich von etwa $1 \cdot 10^{-10} \cdots 1 \cdot 10^{-6}$ As

Der Hauptteil der Meßanordnung besteht aus einem einstufigen Röhrenelektrometer [6], welches die an umschaltbaren Höchstohmwiderständen oder Kondensatoren durch den Meßstrom hervorgerufene Spannung anzeigt. Die Stromversorgung und die Relaisbaugruppe sind mit den Bedienungselementen in einem größeren Gehäuse untergebracht.

Die Alkali-Hochvakuum-Fotozelle gestattet, folgende Messungen durchzuführen:

1. Messung von Lichtströmen (Beleuchtungsstärken)
2. Messung von Lichtmengen (Belichtung)
3. Automatische Belichtungssteuerung

Als besonderer Vorzug des Gerätes ist zu erwähnen, daß der Wirkungsbereich der Fotozelle durch eine Optik mit Spiegelreflexeinrichtung visuell kontrolliert werden kann. Die Meß und Dosierbereiche sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengestellt. Bei Anschluß eines Galvanometers mit etwa $5 \cdots 10\,\mu$A Endausschlag an Stelle des eingebauten Instrumentes kann die Meßempfindlichkeit des Gerätes um eine Größenordnung erhöht werden. An der Rückwand des Gerätes befinden sich Anschlüsse für ein solches Galvanometer bzw. für Elektronenstrahl- und Schleifenoszillografen. Mit ihnen ist es möglich, lichtelektrische Meß- und Dosiervorgänge zeitabhängig zu kontrollieren oder zu registrieren.

Bild 4: Geöffneter Meßkopf des Universalgerätes ►

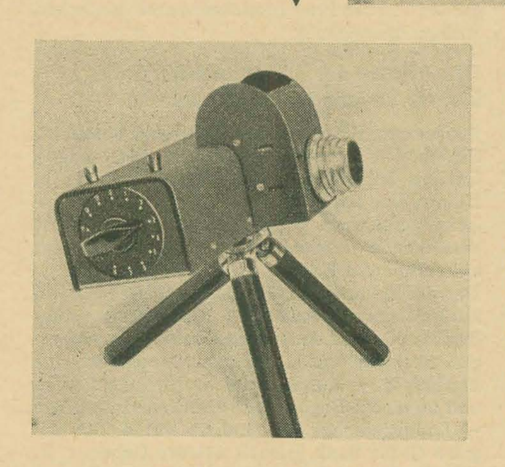


Bild 5: Zellengehäuse mit Lichtschacht, Optik und Schalter „Empfindlichkeit, grob" ▼

Dieses Universalgerät ist für Laboruntersuchungen der verschiedensten Art bestimmt, jedoch sollte es zugleich die Entwicklungsvorstufe für ein einfaches Steuergerät bilden, welches die bisher in fotografischen Labors durch Schätzung ermittelte und deshalb mit subjektiven Fehlern behaftete Belichtung objektiv und automatisch zu bemessen gestattet. Bild 6 zeigt die durch Weglassen des Anzeigeteils vereinfachte vom Universalgerät abgeleitete Schaltung eines Be-

Tabelle 1: Meß- und Schaltbereiche in elektrischen Einheiten. Der Anfangswert der Meßbereiche ist zugleich der Teilungswert der Skala (Änderung der Meßgröße über einen Skalenteil).

Stellung des Schalters: „Empfindlichkeit, grob"	Wert	Meßbereiche: 1 ··· 6 = Strom, 7 ··· 13 = Ladung	Schaltbereiche: (einzustellen am Regler „Empfindlichkeit, fein")
1	1 MΩ	$5 \cdots 250 \cdot 10^{-8}$ A	
2	10 MΩ	$5 \cdots 250 \cdot 10^{-9}$ A	
3	100 MΩ	$5 \cdots 250 \cdot 10^{-10}$ A	
4	1 000 MΩ	$5 \cdots 250 \cdot 10^{-11}$ A	
5	10 000 MΩ	$5 \cdots 250 \cdot 10^{-12}$ A	
6	100 000 MΩ	$5 \cdots 250 \cdot 10^{-13}$ A	
7	30 pF	$1{,}5 \cdots 75 \cdot 10^{-12}$ As	$5 \cdots 100 \cdot 10^{-11}$ As
8	100 pF	$5 \cdots 250 \cdot 10^{-12}$ As	$15 \cdots 300 \cdot 10^{-11}$ As
9	300 pF	$1{,}5 \cdots 75 \cdot 10^{-11}$ As	$5 \cdots 100 \cdot 10^{-10}$ As
10	1 000 pF	$5 \cdots 250 \cdot 10^{-11}$ As	$15 \cdots 300 \cdot 10^{-10}$ As
11	3 000 pF	$1{,}5 \cdots 75 \cdot 10^{-10}$ As	$5 \cdots 100 \cdot 10^{-9}$ As
12	10 000 pF	$5 \cdots 250 \cdot 10^{-10}$ As	$15 \cdots 300 \cdot 10^{-9}$ As
13	30 000 pF	$1{,}5 \cdots 75 \cdot 10^{-9}$ As	$5 \cdots 100 \cdot 10^{-8}$ As

Tabelle 2: Meß- und Schaltbereiche in Einheiten der Belichtung und der Beleuchtungsstärke bezogen auf die Zeiss-Fotozelle Typ MVS mit etwa 50 μA/lm bei einer Katodenfläche von etwa 10 cm²

Stellung des Schalters: „Empfindlichkeit' grob"	Meßbereiche: 1 ··· 6 = Beleuchtungsstärke, 7 ··· 13 = Belichtung	Schaltbereiche: (einzustellen am Regler „Empfindlichkeit, fein")
1	1 ··· 50 lx	
2	0,1 ··· 5 lx	
3	10 ··· 500 mlx	
4	1 ··· 50 mlx	
5	0,1 ··· 5 mlx	
6	10 ··· 500 μlx	
7	0,03 ··· 1,5 mlxs	1 ··· 20 mlxs
8	0,1 ··· 5 mlxs	3 ··· 60 mlxs
9	0,3 ··· 15 mlxs	10 ··· 200 mlxs
10	1 ··· 50 mlxs	30 ··· 600 mlxs
11	3 ··· 150 mlxs	0,1 ··· 2 lxs
12	10 ··· 500 mlxs	0,3 ··· 6 lxs
13	0,03 ··· 1,5 lxs	1 ··· 20 lxs

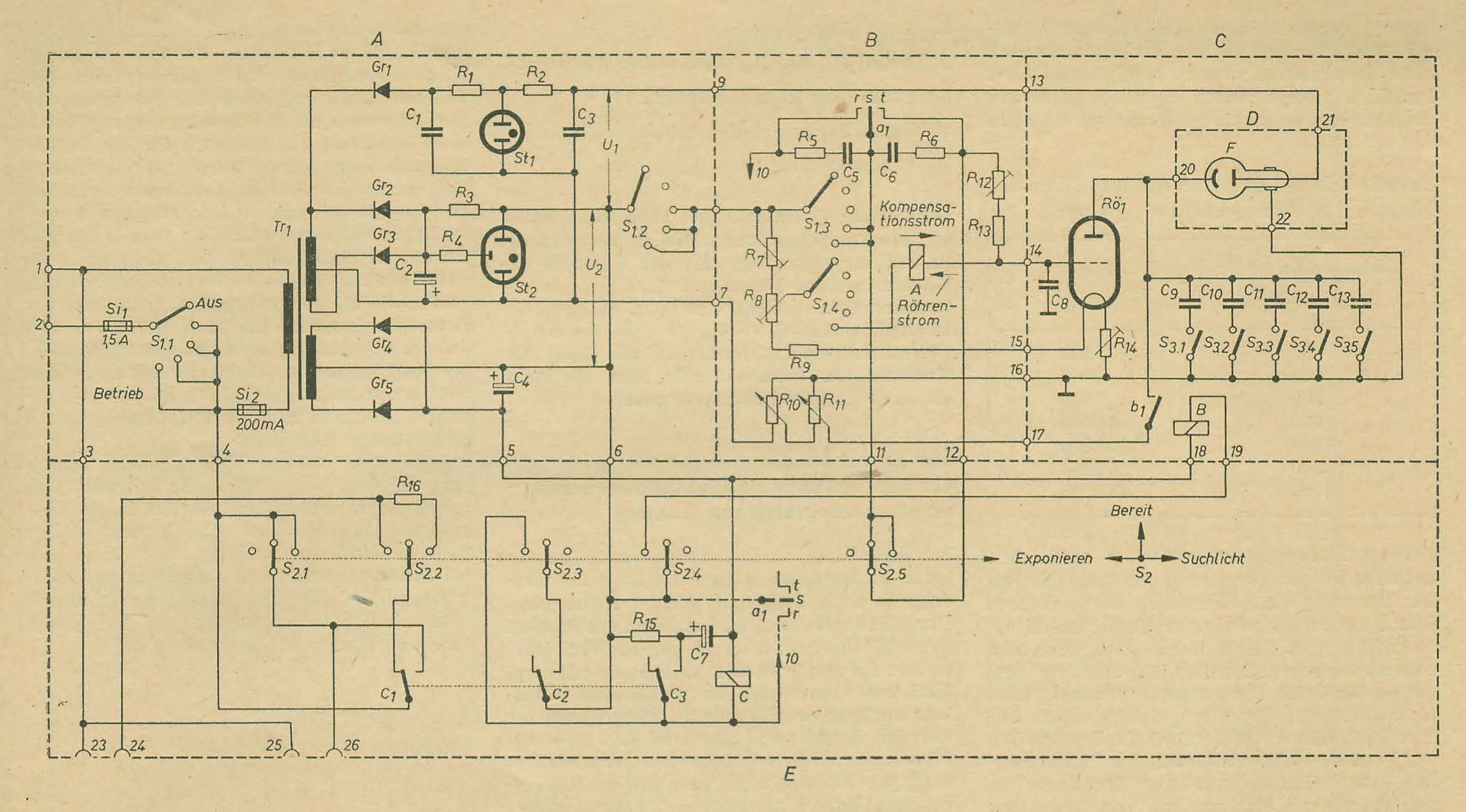


Bild 6: Komplettes Schaltbild eines Steuergerätes nach Bild 1

lichtungsautomaten, der speziell für die Dunkelkammerausrüstung als Zubehör zu fotografischen Kopier- und Vergrößerungsgeräten empfohlen wird.

Beschreibung der Schaltung des Belichtungsautomaten

Netzteil

Die Baugruppe A dient zur Stromversorgung aus dem Wechselstromnetz. Die Netzspannung wird über die Klemmen 1 und 2 dem Netztransformator Tr_1 zugeführt. Über den Leitungsweg 2 fließt der gesamte Strom des Gerätes und der angeschlossenen Verbraucher (Projektions- und Dunkelkammerlampe). Die obere Sekundärwicklung speist mit etwa 400 V zunächst den Gleichrichter Gr_1. Die durch den Ladekondensator C_1 geglättete Gleichspannung wird über den Vorwiderstand R_1 dem Glimmstabilisator St_1 zugeführt. Die stabilisierte Spannung U_1 von 85 V wird über den Tiefpaß R_2/C_3 der Fotozelle F als Sättigungsspannung zugeführt. Die Gleichspannung U_2 dient zur Stromversorgung des Röhrenelektrometers. Die Gleichrichter Gr_4 und Gr_5 geben eine Spannung von 24 V zur Speisung der Relais B und C ab, die durch den Ladekondensator C_4 grob geglättet wird. Um ein unverzögertes Zünden des Stabilisators St_2 zu erzielen und um eine Überlastung der Röhrenheizung im Moment des Einschaltens auszuschließen, wurde Teil 2 des Schalters 1 eingefügt, der dafür sorgt, daß die Belastung von St_2 erst in Stellung 3 einsetzt.

Die Baugruppe B enthält zunächst einen Spannungsteiler, dessen Gesamtwiderstand zugleich den Heizstrom der Röhre bestimmt. Die genaue Einstellung erfolgt mittels R_7 so, daß am Heizfaden ein Spannungsabfall von 1,1 V gemessen wird. Der Betrieb des Gerätes wird erst in Stellung 5 des Schalters 1 möglich. Es wird so erreicht, daß die Saugspannung der Elektrometerröhre erst verzögert nach der Heizung zur Wirkung kommt. Diese Einschaltfolge begünstigt ein stabiles Arbeiten der Elektrometerröhre. Nun ist zu beachten, daß die Verstärkerröhre hier in „umgekehrter Schaltung" arbeitet, d. h., daß das Gitter die Funktion der Anode übernimmt, während die sonst den Katodenstrom aufnehmende Elektrode diesen steuert [7]. Während durch das gepolte Relais A der Ruhestrom der Röhre fließt und an R_8 die Saugspannung (etwa 4,5 V für DC 760 oder etwa 9 V für DC 762) eingestellt wird, bestimmen die Widerstände R_{12} und R_{13} einen Kompensationsstrom, welcher die Lage des Relaisankers mitbestimmt. An R_{14} fällt die Grundvorspannung für die Steuerelektrode ab, über R_{11} erfolgt die Einstellung des Kopierformates und an R_{10} die Handkorrektur bei außergewöhnlichen Negativen (Gegenlicht- oder Nachtaufnahmen).

Vor Beginn der Exposition wird über Schalter 3 die der Papierempfindlichkeit zugeordnete Kapazität auf die eingestellte Spannung aufgeladen. Der Strom der Fotozelle F entlädt nach dem Öffnen des Kontaktes b_1 die eingestellte Kapazität so weit, bis er die gleiche Größe hat wie der Anlaufstrom der Steuerelektrode der Elektrometerröhre, sofern man die Belichtung nicht unterbricht.

Teil D enthält den Meßwertgeber, im vorliegenden Fall eine Zeiss-Hochvakuum-Fotozelle mit Cäsium-Antimon-Katode Typ MVS.

Teil E enthält die Schaltgruppe, die speziell für die Verwendung des Gerätes als Belichtungsautomat an fotografischen Vergrößerungsgeräten entwickelt wurde. Die wichtigsten Bauelemente sind der Betriebsartenschalter S_2 mit den Kontaktsätzen 1 ··· 5 und dem Relais C mit zwei Arbeitskontakten und einen Umschaltekontakt. Gezeichnet ist die Bereitschaftsstellung des Schalters 2. Über den Kontakt $S_{2.5}$ ist der Kompensationsstromkreis der Elektrometerröhre geschlossen. Wird S_2 nach rechts gelegt, tritt eine Veränderung nur an Kontakt $S_{2.2}$ ein, indem sich dort der Stromkreis der Projektionslampe schließt, die mit verminderter Betriebsspannung brennt und das sogenannte Suchlicht abgibt.

Beschreibung des Steuervorganges

Sind mit dem Suchlicht Schärfe und Ausschnitt des zu kopierenden Bildes festgelegt, so legt man den Schalter 2 auf „Bereit". Nach Einschieben des Kopierpapiers wird durch Linksstellen des Schalters 2 der Belichtungsvorgang gestartet. Über Kontakt $S_{2.2}$ wird der Stromkreis für die Projektionslampe geschlossen. Relais C bleibt zunächst unverändert stromlos. Über $S_{2.4}$ kommt das B-Relais, welches den Elektrometereingang freigibt. Relais A hält den Kontakt a_1 in Stellung t, weil im Augenblick des Starts der Ausgangsstrom der Röhre kleiner ist als der Kompensationsstrom durch $R_{12,13}$. Der Fotostrom bringt eine positive Ladung auf die Eingangskapazität. Der Röhrenausgangsstrom steigt somit an. Erreicht er einen Wert, der etwa 100 μA kleiner als der Wert des Kompensationsstromes ist, schaltet Relais A um. Damit wird der Kompensationsstromkreis unterbrochen und die Lage des Relaisankers nunmehr allein vom Ausgangsstrom der Röhre bestimmt, welcher das Relais in entgegengesetzter Richtung durchfließt. Durch diese Besonderheit der Relaisschaltung wird eine schleichende Kontaktgabe bei langen Belichtungszeiten vermieden und ein Flattern des C-Relais verhindert. Die RC-Glieder R_5, C_5 sowie R_6, C_6 dienen zur Funkenlöschung. Der Kontakt a_{1s} ist aber nicht nur mit der Spannung für den Kompensationskreis der Röhre, sondern zugleich mit dem Minuspol der Relais-Speisespannung verbunden. Somit bekommt das Relais C über den Kontakt a_1 Strom, zieht an und hält sich über c_2. Der Kontakt c_1 hat inzwischen den Stromkreis der Projektionslampe unterbrochen und damit die Exposition beendet. Der Kondensator C_7 dient zur Abfallverzögerung des C-Relais, die nötig ist, wenn der Schalter 2 in die Stellung „Bereit" oder „Suchlicht" zurückgeführt wird. Hiernach ist das Gerät für einen neuen Vorgang bereit.

Betriebseigenschaften des Steuergerätes

Die mit dem angegebenen Prinzip erzielbare Empfindlichkeit und der Umfang der zu bewältigenden Ladungs- bzw. Belichtungsbereiche sind aus den Tabellen 1 und 2 zu ersehen.

Bei der Belichtung fotografischer Schichten kann man im allgemeinen Schaltzeitfehler von

$\leqq$ 10% vernachlässigen. Die kürzeste Schaltzeit, bei der die zugelassenen Fehlergrenzen noch nicht überschritten werden, beträgt etwa 0,2 s. Praktisch genügt jedoch beim fotografischen Kopieren eine minimale Schaltzeit von 0,5 s den Anforderungen.

Tabelle 3: Mindestzeiten für den Eigenablauf mit Cäsium-Antimon-Fotozelle

Eingangskapazität in pF	Zeit in s
30	300
100	1000
300	3000
1000	10000
3000	30000
10000	100000
30000	300000

Bei der Steuerung fotografischer Aufnahmen mit einer Kamera (Verschlußsteuerung) oder bei der Steuerung eines Röntgenapparates müssen jedoch Zeiten bis zu einigen Millisekunden beherrscht werden. Dies ist nur möglich, wenn man zwischen dem gepolten Relais A und dem Ausgangsrelais C eine elektronische Schaltung, z. B. ein Kaltkatoden-Thyratron, einfügt und besondere Maßnahmen trifft, welche die Schaltzeiten des B- und C-Relais verkürzen. Auch ist es möglich, das Relais A durch eine Spannungsverstärkerstufe zu ersetzen, die das Thyratron steuert oder durch eine Leistungsstufe, die das C-Relais direkt speist.
Die längstmögliche Schaltzeit ist durch Fehlströme im Integrationskreis gegeben. Der gesamte Fehlstrom (Summe des Dunkelstromes der Zelle und der Isolationsströme) wurde zu etwa $2 \cdot 10^{-13}$ A ermittelt. Der Steuerelektrodenreststrom der Röhre ist gegenüber diesem Wert noch zu vernachlässigen. Den Vorgang der Selbstentladung der Eingangskapazität bis zur Auslösung des Schaltvorganges bei völlig verdunkelter Zelle nennt man Eigenablauf. Die erreichten Mindestzeiten für diesen Eigenablauf sind in Abhängigkeit von der Eingangskapazität in Tabelle 3 zusammengestellt. Sie genügen allen praktisch vorkommenden Anforderungen.
Eine Abhängigkeit der Schaltzeiten von der Netzspannung konnte in einem Bereich von +10% bis —20% der Nennspannung nicht festgestellt werden.

Umstellung des Steuergerätes auf Meßbetrieb

Das Steuergerät kann durch folgende Änderungen von Schalt- auf Meßbetrieb umgestellt werden:

1. Austausch des Relais A gegen ein Drehspulmeßwerk (etwa 0 ··· 50 μA), mit einstellbarem Nebenwiderstand
2. Punkt 17 an Masse
3. Anstatt R_{10} und R_{11} einen festen Widerstand
4. Brücke über Klemmen 11 und 12
5. Wegfall der kompletten Schaltgruppe bis auf $S_{2.4}$

Nach diesen Vereinfachungen kann dieses Gerät als Nano-Amperesekunden-Messer Verwendung finden; in Verbindung mit der Fotozelle als Milliluxsekunden-Messer mit einer Ionisationskammer als Strahlendosismesser. Werden die Kondensatoren $C_9 \cdots C_{13}$ durch Hochohmwiderstände ersetzt, kann man das Gerät als Milliluxmeter, Teraohmmeter oder allgemein als Nano-Amperemeter verwenden.

Die Anwendung der automatischen Belichtungssteuerung an einer fotografischen Kamera

Zur Belichtung von Kopierpapieren sind relativ große Lichtmengen nötig ($\geqq$ 5 lxs), die allerdings je nach Verfahren (Streu-, Reflex- und Durchlichtverfahren) nur zu einem bestimmten Bruchteil für den Steuervorgang zur Verfügung stehen. Bei fotografischen Aufnahmen mit empfindlichen Filmen sind die Verhältnisse bedeutend ungünstiger. Für eine Schwärzung von 0,1 über dem Schleier sind nach DIN 4512 bei einem Film von 23/10 DIN-Graden nur etwa 0,0025 lxs nötig [8]. Für eine kopierbare mittlere Schwärzung des Filmes wird natürlich eine etwas größere Lichtmenge gebraucht. Auch fallen bei der fotografischen Aufnahme die beim Kopierautomaten unvermeidlichen lichtschwächenden Mittel fort.
Trotzdem muß man im ungünstigsten Falle mit nur etwa 0,01 lxs für den Steuervorgang auskommen. Tabelle 2 zeigt, daß das beschriebene System in der Lage ist, auch diese Bedingung mit noch ausreichender Reserve zu erfüllen. Die gegebenen Reserven lassen sich z. B. in der Art nutzen, daß man die Abmessungen der Fotozelle verringert.
Auf Grund dieser Überlegungen hatte der Verfasser eine Kleinbildkamera (Praktica) im Laborversuch mit einer automatischen Belichtungssteuerung versehen. Bild 7 zeigt die Kamera mit dem Zellengehäuse. Bei einer praktisch brauchbaren Ausführung müßten allerdings die Blenden der beiden Objektive mechanisch gekuppelt sein. Es wäre aber auch möglich, die Optik an der Fotozelle wesentlich zu vereinfachen und mit einer konstanten Öffnung zu versehen. In diesem Falle müßte man den Regelwiderstand R_1 im Bild 1 mit der Blende des Kameraobjektivs kuppeln. Das Schaltbild dieser Versuchsanordnung unterschied sich nur unwesentlich vom Bild 1. Unter anderem war Kontakt a_1 während der Belichtung geöffnet, und an Stelle der Lichtquelle befand sich ein Elektromagnet, der nach dem Schließen von a_1 den zweiten Vorhang des Schlitzverschlusses freigab und die Belichtung beendete. Die an der Kamera vorgenommenen Änderungen sind zum Teil aus Bild 8 ersichtlich. Im Normalzustand der Kamera wird der zweite Vorhang durch einen mit dem Einstellknopf für die Belichtungszeit verbundenen Mitnehmer ausgelöst.
Ein entsprechendes Gerät zur automatischen Belichtungssteuerung an fotografischen Kameras liegt sowohl im Gewicht als auch in den Abmessungen einschließlich der Batterien noch unterhalb der bekannten elektronischen Blitzgeräte, die zur konventionellen Ausrüstung des Fotografen gehören. Die Tatsache, daß es sich hier um eine echte Belichtungssteuerung handelt, die auch kurzzeitige Lichtschwankungen während der Aufnahme berücksichtigt, läßt den gezeigten Aufwand zumindest für Sonderzwecke gerechtfertigt erscheinen.
Beispielsweise ist es mit einer solchen Anordnung möglich, vollautomatische Zeitraffer-Aufnahmeserien zu machen, die sich über einen größeren Zeitraum bei ständig wechselnden Lichtverhältnissen erstrecken. Auch kann man bei Zeitaufnahmen trotz Aufhellung mit Elektronenblitzen eine stets genau dosierte Belichtung erhalten, was besonders für Aufnahmen architektonischer Objekte wichtig ist.

Literatur

[1] Görlich: Die Anwendung der Fotozellen; Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G. Leipzig 1954

[2] Hartmann und Bernhard: Foto-Vervielfacher und ihre Anwendung in der Kernphysik; Akademie-Verlag Berlin 1957

[3] Schintlmeister: Die Elektronenröhre als physikalisches Meßgerät; Springer-Verlag Wien 1952

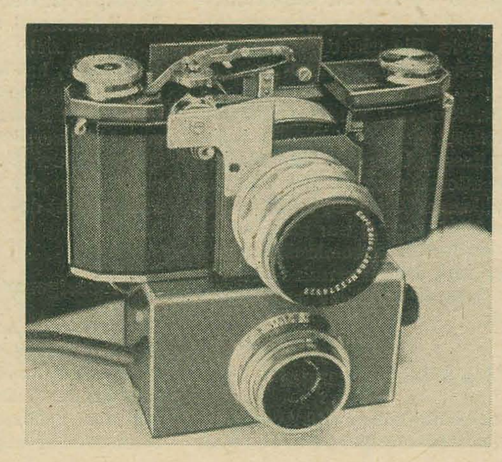
[4] Lopatin: Röhrengalvanometer für Gleichstrom (russ.); Moskau-Leningrad 1952

[5] Frommhold: Über die Entwicklung eines neuen Elektrometerröhrentyps; Nachrichtentechnik 10 (1958) S. 461 ··· 466

[6] Frommhold: Ein Röhrenelektrometer für universelle Verwendung; radio und fernsehen 3 (1958) S. 77 ··· 79

[7] Frommhold: Über die universelle Anwendung des umgekehrten Röhrenvoltmeters; Nachrichtentechnik 2 (1951) S. 44 ··· 49

[8] Eckhard: Absolute Schichtempfindlichkeit, Lichtwert und Belichtung; Bild und Ton 1 (1959) S. 1 ··· 7



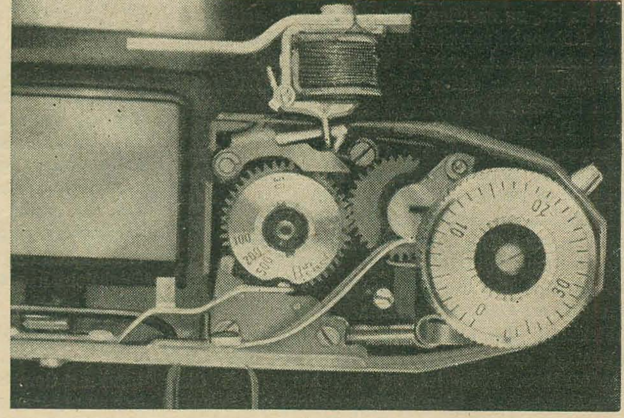


Bild 7 (links): Kamera mit automatischer Belichtungssteuerung

Bild 8 (rechts): Kontaktanordnung und Auslösemagnet an der Kamera

NF-Klirrfaktormeßgerät

HAGEN JAKUBASCHK

Das im folgenden beschriebene Klirrfaktormeßgerät ist für den Amateur und Werkstattpraktiker bestimmt. Da es hierbei nicht auf extreme Genauigkeit und möglichst vielseitige Verwendung ankommt, konnte der Aufwand in tragbaren Grenzen gehalten werden.

Schaltungsprinzip

Das Gerät erlaubt die Bestimmung des Klirrfaktors eines beliebigen NF-Verstärkers im Bereich zwischen 1 ··· 30%, die Meßgenauigkeit ist dabei besser als 1%, was für die Praxis genügt. Ebenfalls ausreichend ist die Verwendung zweier fester Meßfrequenzen (200 Hz und 2 kHz), so daß zwei festabgestimmte Filter verwendet werden können und der Aufwand für ein durchstimmbares Filter — etwa nach Art der Wienbrücke — umgangen wird. Als Anzeigeorgan findet die „Magische Waage" EM 83 Verwendung, außer dieser und dem Netzgleichrichter enthält das Gerät noch zwei weitere Röhren ECC 83. Der Aufbau ist unkompliziert und erfordert — außer einiger Geduld und Sorgfalt beim Abgleich der Filter — keinerlei spezielle Kenntnisse oder Hilfsmittel.

Der Klirrfaktor eines NF-Verstärkers ist definiert als das Verhältnis des Effektivwertes der Summe der Oberwellen zum Effektivwert der Summe von Grundwelle und Oberwellen. Demzufolge beruht das Meßprinzip darauf, dem zu prüfenden Objekt eine saubere, weitestgehend oberwellenfreie Sinusschwingung zuzuführen. Wegen der in jedem Verstärker enthaltenen Nichtlinearitäten — z. B. Kennlinienkrümmungen bei Röhren oder falschen Arbeitspunkten — ist diese Sinusschwingung am Ausgang des Meßobjektes oberwellenhaltig, d. h., außer der Grundwelle ist jetzt noch die doppelte, dreifache usf. Frequenz vorhanden. Im Klirrfaktormesser wird nun die Grundwelle ausgefiltert und die effektive Höhe der Oberwellen mit der Höhe des ungefilterten Frequenzgemisches verglichen. Das Verhältnis in Prozent ausgedrückt gibt den Klirrfaktor an. Die Filter für die Grundwelle müssen dabei extrem starke Dämpfung und steile Flanken der Resonanzkurve aufweisen. Für eine untere Meßgrenze von 1% muß die Filterdämpfung dann größer als 40 dB (1 : 100) sein. Derartige Filter sind im NF-Bereich nur mit speziellen RC-Schaltungen erreichbar.

Bild 1 zeigt die Schaltung des Gerätes. Sie unterteilt sich in den Meßspannungs-NF-Generator, den Filterkomplex und den eigentlichen Meß- und Anzeigeteil. $Rö_1$ bildet den NF-Generator, der hier mit einer dreiteiligen RC-Phasenschieberkette aufgebaut ist. Diese Schaltung zeichnet sich bei richtiger Einstellung durch sehr gute Oberwellenfreiheit aus und ist frequenzmäßig nur wenig von der Betriebsspannung und den Röhrendaten abhängig. Deshalb konnte im Mustergerät auf eine Stabilisierung der Betriebsspannungen verzichtet werden. Während der Messung ist jedoch auf einigermaßen konstante Netzspannung zu achten. Das System (I) ist der eigentliche Generator, der mit dem Schalter F_1, F_2 auf die der jeweils gewählten Meßfrequenz entsprechende RC-Kette umgeschaltet wird. Der Katodenwiderstand dieses Systems ist zur weiteren Verbesserung der Sinusform nicht überbrückt (Stromgegenkopplung). Zu jeder Phasenkette ist ein getrennter Anodenarbeitswiderstand R_{a_1}, R_{a_2} vorgesehen, der durch die Frontplatte zugänglich ist (Trimmregler). Der Widerstand R_a wird so eingestellt, daß der Generator gerade eben anschwingt. Diese Einstellung wird von Zeit zu Zeit kontrolliert. Ein zu hoher Widerstandswert kann bereits zur Oberwellenbildung im Generator führen, was natürlich das Meßergebnis verfälscht. Die im Filterteil verwendeten RC-Doppel-T-Glieder müssen, wie bereits erwähnt, sehr resonanzscharf sein, ihre Bandbreite liegt bei wenigen Hz. Falls nun der Generator — z. B. durch Schwankungen der Betriebsspannung — etwas in der Frequenz abweicht, kommen die Filter sehr schnell außer Resonanz. Um den Aufwand für nachstellbare Filter zu umgehen, wurde eine Nachregelmöglichkeit am NF-Generator vorgesehen. Mit den Reglern R_{f_1} und R_{f_2} kann die Generatorfrequenz etwas „gezogen" werden. Es genügt auch hier, diese Regler als Trimmregler für Schraubenziehereinstellung von der Frontplatte aus anzuordnen. Die von der Anode des NF-Generatorsystems abgenommene NF gelangt über eine Anodenbasisstufe, die für einwandfreie Trennung zwischen Generator und Ausgang sowie für dessen Niederohmigkeit sorgt, an den NF-Ausgangsregler P_1. Mit diesem Regler ist die abgegebene NF-Spannung entsprechend dem Eingangsspannungsbedarf des Meßobjektes einstellbar.

Die vom Ausgang des Meßobjektes abgenommene Spannung gelangt über die Eingangsbuchsen des Meßgerätes — je nach Höhe der Ausgangsspannung wird die entsprechende Eingangsbuchse gewählt, es sind Spannungen von 500 mV bis 50 V anschließbar — über den Umschalter S_1 zum Eingangspegelregler P_2. Die nachfolgende Verstärkerstufe muß,

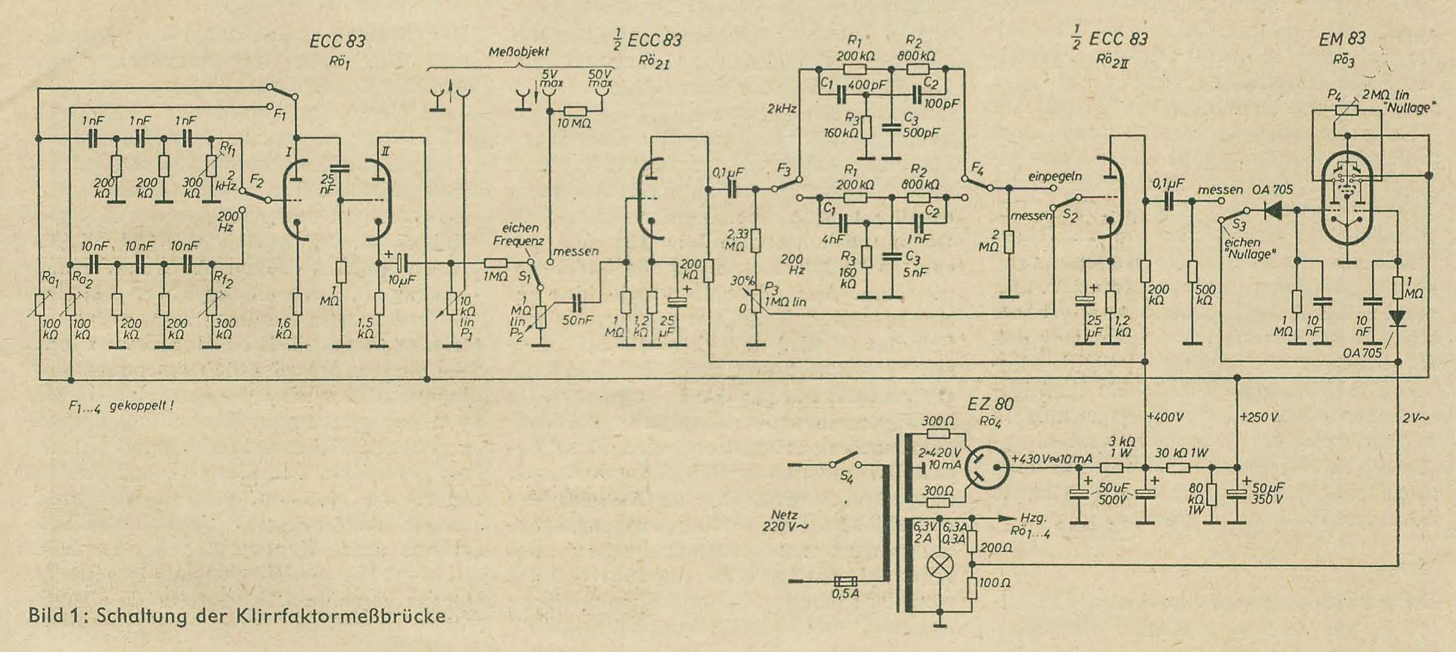


Bild 1: Schaltung der Klirrfaktormeßbrücke

um die nachfolgende Filterdämpfung auszugleichen, eine hohe Verstärkung aufweisen. In der gewählten Dimensionierung und mit der Betriebsspannung von 400 V ist eine Verstärkung von etwa 36 dB (76fach) erreichbar. Leider beträgt der Klirrfaktor dieser Stufe bei Vollaussteuerung (die aber, wie später gezeigt wird, bei sachgemäßer Handhabung des Gerätes vermeidbar ist) bereits etwa 1%. Da dies mit in die Messung eingeht, ist hiermit die untere Meßgrenze gegeben. Eine Verbesserung wäre nur durch erhöhten Aufwand zu erreichen und ist angesichts der in der Praxis zu stellenden Anforderungen auch sinnlos. Die Ausgangsspannung dieser Stufe gelangt einmal zum Filter-Umschaltkontakt F_3 (die Kontakte $F_{1...4}$ sind gekoppelt), ferner über einen Vorwiderstand von 2,33 MΩ, dessen Wert genau eingehalten werden muß, zum Ableseregler P_3. Dieser Regler ist in „% Klirrfaktor" geeicht. Seine Skala reicht von 0 ··· 30%. Die obere Grenze wurde mit 30% aus praktischen Erwägungen gewählt. Klirrfaktoren von $> 30\%$ sind in der Praxis ohnehin untragbar, so daß die zahlenmäßige Bestimmung höherer Werte wertlos ist. Außerdem ergibt sich hierdurch eine günstige Eichmöglichkeit, wenn ein üblicher Regler mit 270° Drehwinkel verwendet wird. Die Eichung erfolgt dann rein grafisch mit Zirkel und Winkelmesser, wobei 90° Drehwinkel einem Klirrfaktor von 10% entsprechen. Dies ist wesentlich, da dem Amateur normalerweise keine andere Eichmöglichkeit zur Verfügung steht.
Zwischen den Umschaltkontakten F_3 und F_4 liegt jeweils das zur eingeschalteten Generatorfrequenz gehörende Filter. Es bewirkt eine selektive Dämpfung der vom Generator abgegebenen Grundwelle um wenigstens 40 dB, bei sorgfältigem Abgleich sind 50 dB (1 : 300) erreichbar. Die Oberwellen werden dagegen praktisch ungeschwächt durchgelassen, lediglich die erste Oberwelle 2 · f wird um etwa 3 dB gedämpft, was das Meßergebnis nicht merklich beeinflußt. Am Kontakt F_4 sind nunmehr praktisch nur noch die Oberwellen der Meßfrequenz vorhanden. Die nachfolgende Verstärkerstufe ($Rö_{2\,II}$) entspricht schaltungsmäßig der vor dem Filter liegenden, sie sorgt für eine Verstärkung der Oberwellenspannung auf einen zur Anzeige ausreichenden Wert. Ihr Klirrfaktor geht in die Messung nicht mehr ein. Von der Anode dieser Stufe gelangt die NF über den Umschalter S_3 zum linken System der Anzeigeröhre $Rö_3$ (EM 83). Das rechte System dieser Röhre erhält eine feste, aus der Heizspannung abgeleitete Spannung von etwa 2 V. Der rechte Leuchtbalken der Anzeigeröhre steht damit konstant und dient lediglich als Bezugsstrich („Nullage") für den linken Leuchtbalken. Vor beiden Anzeigesystemen werden die Wechselspannungen in üblicher Weise mit je einer Germaniumdiode OA 705 gleichgerichtet, um eine möglichst scharfbegrenzte Leuchtkante des Leuchtbalkens zu erzielen.

Messung

Bei der Messung wird zunächst der Schalter S_3 auf „eichen Nullage" geschaltet. Damit liegen beide Anzeigesysteme an der gleichen Wechselspannung. Mit dem Trimmregler P_4 in den Anodenleitungen der EM 83 wird jetzt auf genau gleiche Balkenhöhe beider Systeme eingestellt. P_4 ist ebenfalls mit einem Schraubenzieher von der Frontplatte aus zugänglich. Bei späterer Röhrenalterung kann ein Nachabgleich erforderlich sein. Nach Einstellung der Nullage wird S_3 auf „messen" zurückgeschaltet. Schalter S_2 steht jetzt auf „einpegeln", Schalter S_1 auf „eichen Frequenz". Nun wird Schalter F auf eine der Meßfrequenzen geschaltet und P_2 so weit geregelt, daß der linke (Anzeige-)Leuchtbalken der EM 83 fast voll erscheint. Nun soweit aufgeregelt, daß beide Leuchtbalken der EM 83 genau gleiche Höhe aufweisen. P_2 darf dann nicht mehr verändert werden. Nunmehr wird S_2 auf „messen" umgeschaltet. Damit gelangt jetzt an das Gitter der zweiten Stufe von $Rö_2$ nicht mehr wie vorher nur der Oberwellenanteil der vom Meßobjekt abgegebenen Spannung, sondern die gesamte Ausgangsspannung einschließlich Grundwelle über den Regler P_3. Dieser wird jetzt ebenfalls soweit aufgeregelt, daß an der EM 83 wiederum beide Balken genau gleiche Höhe aufweisen. Damit entspricht die an P_3 abgegriffene Spannung genau derjenigen der vom Filter durchgelassenen

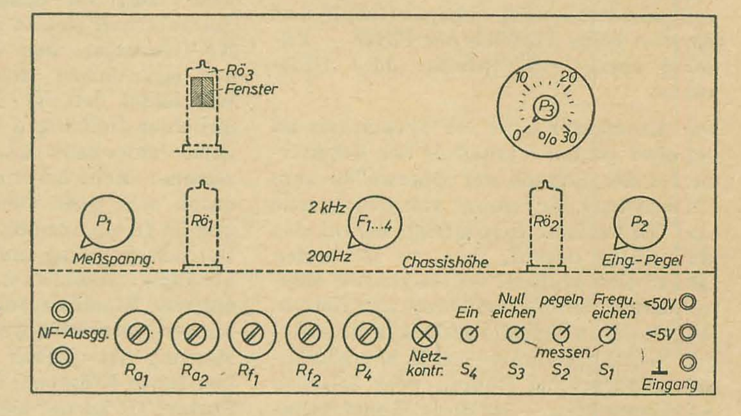


Bild 2: Schematische Darstellung der Frontplattenaufteilung

kann bedarfsweise zunächst im Generator der jeweils eingeschaltete Trimmregler R_a so weit verringert werden, bis die NF-Schwingungen gerade aussetzen, was am Verschwinden des Balkens der $Rö_3$ erkennbar ist. R_a wird nun soweit eingedreht, bis die NF gerade wieder einsetzt. Vor Beginn der Messung ist es erforderlich, die Generatorfrequenz der Filterfrequenz genau anzugleichen, was durch Einstellung des jeweils eingeschalteten Frequenzregler R_{f_1} oder R_{f_2} auf Balken-Minimum geschieht. Bedarfsweise ist dabei P_2 soweit nachzustellen, daß das Minimum deutlich erkennbar bleibt. Dieser Einstellvorgang ist für die zweite Meßfrequenz (F umschalten) sinngemäß zu wiederholen. Damit ist das Gerät meßbereit. Wie sich am Mustergerät ergab, ist eine Nacheichung des Generators (mittels R_a und R_f) nur ganz selten erforderlich, wenn die Netzspannungsverhältnisse konstant sind. Da beim Bau einer Klirrfaktormeßbrücke ohnehin bereits einige andere Meßgeräte vorhanden sein werden, empfiehlt sich die Verwendung eines Spannungskonstanthalters für den gesamten Meßplatz, d. h. für alle Geräte gemeinsam. Auch deshalb wurde hier auf eine besondere Stabilisierung verzichtet.
Schalter S_1 wird nun ebenfalls auf „messen" geschaltet und dem Meßobjekt die Generatorspannung von P_1 zugeführt. Da im allgemeinen der Klirrfaktor bei Vollaussteuerung interessiert, wird P_1 so eingestellt, daß das Meßobjekt gerade voll ausgesteuert wird. Die am Ausgang des Meßobjektes abgegriffene Ausgangsspannung wird den Eingangsbuchsen des Klirrfaktormeßgerätes zugeführt. Jetzt wird P_2 (Schalter S_1 und S_3 in Stellung „messen" und S_2 in Stellung „einpegeln") Oberwellen. Nun kann am geeichten Regler P_3 unmittelbar der Oberwellengehalt bzw. Klirrfaktor in Prozenten abgelesen werden. Für die andere Meßfrequenz ist der Meßvorgang der gleiche. Um Meßfehler zu vermeiden, ist grundsätzlich vor jeder Messung mit S_3 die Nullage der $Rö_3$ und mit S_1 anschließend die Frequenzlage des Generators zu kontrollieren. Wie ersichtlich, wird mit S_1 das Meßobjekt umgangen, eine in Stellung „eichen Frequenz" von S_1 durchgeführte Klirrfaktormessung darf daher höchstens 1% Klirrfaktor ergeben. Anderenfalls ist die Generatorfrequenz entsprechend auf Leuchtbalken-Minimum „nachzuziehen".

Allgemeine Hinweise

Der Netzteil weist keine Beonderheiten auf. Die hohe Anodenspannung von 400 V ist für $Rö_2$ notwendig, um genügenden Verstärkungsgrad bei tragbarem Klirrfaktor zu erzielen. Für $Rö_1$ und $Rö_3$ wird sie durch Spannungsteilung auf den dort erforderlichen Wert reduziert.
Zum Aufbau und Abgleich der Filter ist einiges zu bemerken. Als günstigsten Kompromiß zwischen Aufwand, Handhabung und den an die Filter gestellten Anforderungen fanden hier unsymmetrische Doppel-T-RC-Filter Verwendung. Sie sind außerordentlich resonanzscharf, jedoch ist der Wert des gesamten Gerätes von der genauesten Einhaltung der angegebenen Filterwerte abhängig. Um auf die geforderte Dämpfung von mindestens 40 dB zu kommen, müssen hier unbedingt engtolerierte Präzisions-Widerstände und Kondensatoren verwendet werden. Für die Widerstände ist eine Toleranz von nur 0,5% bereits als oberster Wert anzusehen, das gleiche gilt für die

Kondensatoren. Weil derartige Teile relativ schwierig erhältlich sind, und ohnehin noch ein Feinabgleich jedes Filters erforderlich ist, wird man hier beim ersten Abgleich viel Geduld und Sorgfalt aufwenden müssen. Zweckmäßig werden die Filter vor Einbau als komplette kleine Einheit auf eine Lötleiste o. ä. montiert und außerhalb des Gerätes abgeglichen. Dazu sind ein guter, oberwellenfreier Tongenerator mit möglichst niederohmigem Ausgang und ein Röhrenvoltmeter kaum zu entbehren. Das Filter wird dann eingangsseitig mit dem Tongenerator und ausgangsseitig mit dem Röhrenvoltmeter verbunden. Die Filtereinzelteile werden zuvor mit einer Meßbrücke möglichst genau gemessen bzw. ausgesucht, um von vornherein den erforderlichen Werten möglichst nahezukommen. Dies gilt besonders für $R_{1...2}$ und $C_{1...2}$, da bei Abweichungen dieser Elemente der gesamte Abgleich unübersichtlich wird. Der Feinabgleich erfolgt nun in der genannten Zusammenschaltung — Tongenerator auf Sollfrequenz des Filters — zunächst durch geringe Veränderung von C_3 auf Ausgangsspannungs-Minimum. Danach wird durch Veränderung von R_3 das Minimum weiter verbessert, danach nochmals C_3 usf., bis eine mehrmalige Wiederholung des Abgleichvorganges keine Verbesserung mehr bringt. Als Anhalt sei erwähnt, daß bereits Wertabweichungen von wenigen Zehntel Prozent eine merkliche Verschlechterung der Filterdämpfung bedeuten, so daß auf diesen Abgleich einige Geduld verwendet werden muß. Nach beendetem Abgleich muß die probeweise vor dem Filter gemessene NF-Spannung mindestens den 100fachen Wert der Filterausgangsspannung betragen, anzustreben ist das 300fache. Gelingt dies trotz aller Abgleichversuche nicht, so ist die Ursache in Wertabweichungen von $R_{1...2}$ oder $C_{1...2}$ zu suchen, obwohl diese Werte nicht ganz so kritisch wie C_3 und R_3 sind. Zu beachten ist, daß C_3 vorwiegend die Resonanzfrequenz des Filters, jedoch auch dessen Dämpfung, R_3 dagegen vorwiegend die Dämpfung, weniger die Resonanzfrequenz beeinflußt. Daher ist der Abgleichvorgang mit C_3 zu beenden. Das exakt abgeglichene Filter ergibt bereits bei einer Änderung der Tongeneratorspannung um wenige Hz einen steilen Anstieg der Filterausgangsspannung. Die fertig abgeglichenen Filter werden dann — ohne sie räumlich zu verändern, im Abgleich ist die Verdrahtungskapazität der Querzweige enthalten — in das Klirrfaktormeßgerät eingebaut. Notfalls kann natürlich auch ein Abgleich im eingebauten Zustand mit dem vorhandenen NF-Generator und nach Beobachtung der EM 83 erfolgen, der aber wesentlich langwieriger ist. Schon deshalb sei von vornherein zur Verwendung genau bekannter, ausgemessener und engtolerierter Teile geraten, da es bei größeren Abweichungen unmöglich werden kann, den Resonanzpunkt des Filters aufzufinden. Das fertige Filter ist im Gerät so angeordnet, daß es keinen Temperaturschwankungen ausgesetzt ist, da bereits die hierdurch hervorgerufenen geringen Wertabweichungen u. U. die Filterwirkung verschlechtern können. Wie bereits erwähnt, sind die Filter das Herzstück des ganzen Gerätes und seine einzig kritische Stelle.

Geräteaufbau

Zum Aufbau des Gerätes selbst ist wenig zu sagen. Er entspricht hinsichtlich Chassisaufbau und Verdrahtung etwa dem eines hochwertigen NF-Verstärkers. Bild 2 zeigt die günstigste Aufteilung der Frontplatte, aus der sich zwangsläufig die Anordnung der übrigen Teile und der Verdrahtung ergibt. Links im Gerät ist der NF-Generator untergebracht. Unter der Chassishöhe sitzen ganz links die NF-Ausgangsbuchsen, darüber der zugehörige Regler P_1. Neben den Buchsen sind die Trimmregler R_a und R_f angeordnet. Ihre geschlitzten Achsstümpfe schließen mit der Frontplattenfläche ab. Über den Trimmreglern steht Rö$_1$. In Frontplattenmitte sitzt der Frequenzumschalter $F_{1...4}$. Hierfür kann ein Schalter mit viermal zwei Kontakten (einzelne Schaltebene aus Wellenschaltersatz o. ä., hochwertige Ausführung) verwendet werden. Zweckmäßig werden dann die links liegenden Kontakte $F_{1...2}$ von den rechts liegenden $F_{3...4}$ durch eine senkrechte, in Achsebene stehende Abschirmwand abgeschirmt, um ein direktes Einstreuen der Generatorfrequenz in den Filterteil zu vermeiden. Weiterhin ist es günstig, die RC-Phasenschieberketten des Generators direkt an den Kontakten $F_{1...2}$ oberhalb des Chassis unterzubringen. Die beiden Filter werden entsprechend rechts des Schalters direkt an den Kontakten $F_{3...4}$ untergebracht. Die übrige Verdrahtung liegt unterhalb des Chassis. Bei den Filtern ist auf genügenden Abstand gegeneinander und gegen Chassis zu achten, um den Vorabgleich nicht durch Streukapazitäten zu gefährden. Rö$_2$ darf wegen der Wärmebeeinflussung nicht zu dicht an den Filtern stehen. Unterhalb der Chassishöhe rechts liegt der Eingang des Meßverstärkers und neben dessen Buchsen die Schalter $S_{1...4}$. Hier werden einfache einpolige Kippumschalter verwendet. Rechts oberhalb des Chassis liegt der Eingangspegelregler P_2, ganz oben sind P_3 (mit Skala) und Rö$_3$ (hinter dem als Sichtfenster dienenden Frontplattenausschnitt stehend) angeordnet. Der Netzteil findet quer an der hinteren Chassiskante Platz. Chassis und Frontplatte bilden eine Einheit.

NEUE STANDARDS

Rechtsverbindlich erklärte Standards (nach Anordnung 79 über Standards der DDR vom 12. April 1960)

Art	Nummer	Ausgabe	Gruppe	Titel des Standards	verbindlich ab	Registernummer	Bezugsnachweis
DK 621.3:003.62 Symbole. Sinnzeichen							Fachbuchversandhaus Leipzig, Leipzig O 5, Täubchenweg 83
DIN	40700 Bl. 2	10.58	360	Starkstrom- und Fernmeldetechnik; Schaltzeichen, Vakuumtechnik, Röhren, Röhren der Fernsehtechnik	1. 3. 60	8142	
DK 621.316.542/.57 Schalter							
TGL	3702	12.59	364	Elektrische Nachrichtentechnik; Drucktasten, klein, Hauptabmessungen und technische Werte	1. 4. 60	3702	
TGL	3703	12.59	364	Elektrische Nachrichtentechnik; Drucktasten, groß, Hauptabmessungen und technische Werte	1. 4. 60	3703	
DK 621.316.8 Widerstände							
TGL	4625	12.59	364	Festwiderstände; Drahtwiderstände, Nennlast bis 50 W, Technische Lieferbedingungen	1. 4. 60	4625	
TGL	4626	12.59	364	Festwiderstände; Drahtwiderstände mit Steckanschluß, Nennlast 0,5 W, Abmessungen, Technische Daten	1. 4. 60	4626	
TGL	4627	12.59	364	Festwiderstände; Drahtwiderstände mit einseitigem Anschluß, Nennlast 4 W, Abmessungen, Technische Daten	1. 4. 60	4627	

Galvanische Elemente und Batterien tragbarer Meßgeräte Teil 1

JOACHIM ZIEKE

Mitteilung aus dem VEB Vakutronik Dresden

Die fortschreitende Entwicklung der modernen Technik verlangt in immer stärkerem Maße den netzunabhängigen Betrieb tragbarer Meßgeräte. Die für diesen Verwendungszweck zur Zeit zur Verfügung stehenden gebräuchlichen Energiequellen sind galvanische Elemente und Batterien der verschiedensten Art[1]).
Es ergibt sich die Notwendigkeit, jeweils für den speziellen Anwendungsfall die geeigneten Energiequellen aus der Vielzahl der vorhandenen auszuwählen. Dazu ist es aber erforderlich, deren Eigenschaften möglichst genau und umfassend zu kennen. Die Angaben der Hersteller reichen im allgemeinen dazu nicht aus.
Zur Lösung des Problems besteht somit die Forderung nach einer eingehenden Untersuchung und Zusammenfassung aller Eigenschaften der für den Anwendungsfall in Frage kommenden Ausführungen. Wenn dies auch einen nicht gerade geringen Umfang an Prüfungen bedingt, so bietet das Ergebnis nicht nur die Möglichkeit der richtigen Wahl der Batteriebestückung, sondern gibt auch wichtige Aufschlüsse für den weiteren Weg der Entwicklung neuer galvanischer Elemente.
Um den Umfang an notwendigen Untersuchungen auf ein wirtschaftlich vertretbares Maß beschränken zu können, wurden nur Typen berücksichtigt, die im voraus die Verwendungsmöglichkeit in tragbaren kernphysikalischen Meßgeräten erkennen ließen.

Forderungen an galvanische Elemente und Batterien für tragbare Meßgeräte

Tragbare Meßgeräte müßten den Qualitätsansprüchen für den Export in allen Ländern, unabhängig vom jeweils herrschenden Klima, genügen. An die der Stromversorgung dienenden galvanischen Elemente und Batterien müssen deshalb folgende Forderungen gestellt werden:

Konstruktions- und Betriebseigenschaften

Eine günstige konstruktive Gestaltung des gesamten tragbaren Gerätes bedingt *geringen Raumbedarf* und *niedriges Gewicht* der Batteriebestückung, bezogen auf die vorhandene und geforderte Leistung.
Bevorzugt werden Ausführungen, die international genormte oder den international konfektionierten Typen entsprechende Abmessungen besitzen, da bei exportierten tragbaren Meßgeräten auch weitestgehende *Austauschbarkeit* gegeben sein muß.
Das Austreten von aggressiven Gasen oder Elektrolytflüssigkeiten aus den Elementen kann die Betriebssicherheit der Geräte stark gefährden. So dürfen z. B. Akkumulatoren keine Entgasungsventile besitzen, wenn zusätzliche konstruktive Maßnahmen (z. B. getrennter Batterieteil) unerwünscht sind. Die Ausführungen müssen also *flüssigkeits-* und *gasdicht* sein.
Weiterhin wird eine *robuste Ausführung* verlangt, die die Unempfindlichkeit gegen Erschütterungen gewährleistet. Tragbare Geräte werden oft starken mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt, die ungefähr einem Schütteln mit einer Beschleunigung von 3 g (Erdbeschleunigung) Schwingung und 7 g Stoß gleichen. Dabei soll keine Veränderung der mechanischen (z. B. Dichtigkeit) und elektrischen Eigenschaften (z. B. Kapazität und Spannung) auftreten. Da auch unkontrollierte Lagerung und sofortige Einsatzbereitschaft für diese Geräte gefordert werden, darf die notwendige *Wartung und Pflege nur gering* sein, so bei Akkumulatoren nur in Verbindung mit der Ladung. *Niedrige Herstellungspreise* sind erstrebenswert, eine *umfassende Lieferbarkeit* für Primärelemente ist erforderlich.

Elektrische Eigenschaften

Um für die Zeit der Messung mit dem tragbaren Gerät die nötige Genauigkeit zu gewährleisten, werden an die Stromversorgung besonders hohe Anforderungen gestellt. Die wichtigste und zugleich umfassendste Forderung ist eine *flache Entladecharakteristik* der verwendeten galvanischen Elemente bzw. Batterien. Darunter versteht man eine möglichst konstante Arbeitsspannung bei der Stromentnahme bis zur Entladeschlußspannung. Auch die Erholung in einer Betriebspause und die Abhängigkeit von der Betriebstemperatur im Bereich von —30 bis +40 °C ist hier unerwünscht, da dies z. B. in Meßschaltungen eine häufige Nullpunktkorrektur erfordert.
In engem Zusammenhang damit steht die Forderung nach einem *kleinstmöglichen Kapazitätsabfall bei extremen Betriebstemperaturen*. Bei —30 und +40 °C müssen mindestens noch 10% der Nennkapazität entnehmbar sein, weil auch unter diesen Bedingungen das tragbare Meßgerät eine bestimmte Mindest-Betriebszeit besitzen soll.
Da es bei diesen Geräten kaum möglich ist, eine bestimmte Betriebslage festzulegen, bedingt dies gleiche Eigenschaften, besonders unveränderte Leistung bei *beliebiger Betriebslage*.
Eine Anzahl tragbarer Meßgeräte, z. B. Strahlenüberwachungsgeräte, werden nicht ständig benutzt, sondern für den Bedarfsfall oft unkontrolliert aufbewahrt. Trotzdem sollen sie stets einsatzbereit sein. Diese Forderung ist nur mit einer *ausreichenden Lagerfähigkeit* der galvanischen Elemente und Batterien zu erfüllen. Dies bedingt, daß die Selbstentladung nach mindestens sechsmonatiger oder einjähriger Lagerung nicht mehr als 50% der Nennkapazität beträgt. Eine gewisse Einschränkung ist hier jedoch bei billigen galvanischen Elementen zulässig, die jederzeit auch im Kleinhandel erhältlich sind. Ist es aus anderen Gründen unumgänglich, spezielle Elemente oder Batte-

[1]) Auf die Definition des Begriffes „galvanische Elemente und Batterien" wird hier nicht näher eingegangen, da diese aus bereits bekannten Veröffentlichungen [1, 2] eindeutig hervorgeht.



Bild 1: Stabelemente EJT und EAaT des VEB Berliner Akkumulatoren- und Elementefabrik

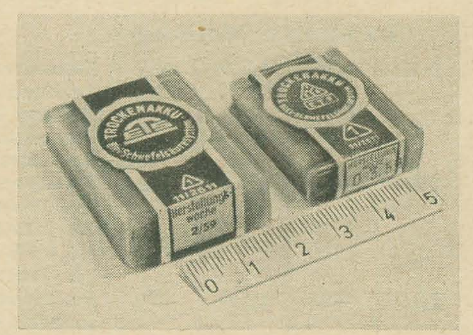


Bild 2: Trockenakkumulatoren 2/0,4 (RZP 2) und 2/0,2 (RGP 1) des VEB Elektrotechnische Fabrik Sonneberg

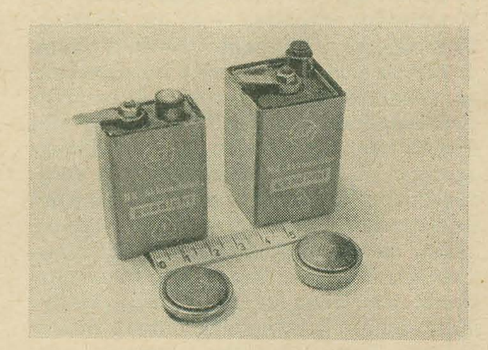


Bild 3: Gasdichte 2-Ah-, 1-Ah-, 225-mAh- und 150-mAh-NK-Akkumulatoren 9176.2, 9176.1, 9170.3 und 9170.2 des VEB Grubenlampenwerke Zwickau

rien zu verwenden, so wird von diesen immer eine Lagerfähigkeit $\geqq$ 1 Jahr gefordert.

Geeignete galvanische Elemente und Batterien

Entsprechend dem späteren Verwendungszweck erfolgt bei den galvanischen Elementen und Batterien eine Einteilung in Heizelemente, Spannungselemente und Anodenbatterien.

Heizelemente

Heizelemente sind Primär- und Sekundärelemente mit einem Arbeitsvermögen von etwa 0,5 ··· 5 Wh. Sie werden zur Speisung von Röhrenheizungen oder anderen Verbrauchern mit einer Stromaufnahme $>$ 10 mA verwendet.
Für diesen Zweck geeignet erschienen die vom VEB BAE[2]) hergestellten Stabelemente EJT 1,5 DIN 40850 [3] (Bild 1). Von diesem Typ wurde die z. Z. handelsübliche Ausführung mit Trockenbraunstein, die Sonderanfertigungen mit Magnesiumchlorid ($MgCl_2$) sowie einem synthetischen Braunstein (ML 54) als Depolarisatoren untersucht.
Von den Sekundärelementen wurden geprüft:
mit saurem Elektrolyt der auf dem Blei-Schwefelsäureprinzip aufgebaute Trokkenakkumulator 2/0,4 (RZP 2) TGL 3922 [4] (Bild 2) im Kunststoffgehäuse des VEB ETS[2]) und mit alkalischem Elektrolyt die gasdichten 1-Ah- und 2-Ah-NK-Akkumulatoren 9176.1 und 9176.2 in vernickelten Stahlgehäusen (Bild 3) vom VEB GLZ[2]).

Spannungselemente

Spannungselemente sind Primär- oder Sekundärelemente mit einem Arbeitsvermögen $<$ 0,5 Wh, die vorwiegend zur Erzeugung von Hilfs- oder Gittervorspannungen $<$ 20 V gebraucht werden.
Für diese Zwecke sind unter den Primärelementen die Stabelemente EAaT 1,5 DIN 40850 [3] (Gnomzelle) in zwei Ausführungen mit Trockenbraunstein bzw. mit Magnesiumchlorid ($MgCl_2$) als Depolarisatoren geeignet (Bild 1).
An Sekundärelementen wurden die Trokkenakkumulatoren 2/0,2 (RGP 1) (Bild 2) des VEB ETS[2]) sowie die gasdichten 150-mAh- und 225-mAh-NK-Akkumulatoren (Knopfzellen) 9170.2 und 9170.3 (Bild 3) des VEB GLZ[2]) geprüft.

Anodenbatterien

Anodenbatterien sind aus Primär- oder Sekundärelementen zusammengestellte Batterien mit einem Arbeitsvermögen $>$ 0,5 Wh zur Erzeugung von Anodenspannungen $>$ 20 V.
Für die Prüfung wurden die Primärbatterien in Plattenzellenbauart BP 1121/22 DIN 40851 [5] und BP 1121/30 DIN 40851 [5] sowie BP 1829/120 vom VEB BAE[2]) (Bild 4 und 5) gewählt.
Als einzige Sekundärbatterie dieser Art kam die Anodenbatterie SBG 2/P (Bild 6) des VEB ETS[2]) in Betracht.

Untersuchungsmethoden

Um ein umfassendes Bild von der Verwendbarkeit des entsprechenden galvanischen Elementes zu erhalten, wurden von jeder zu untersuchenden Ausführung mindestens drei Stück den gleichen Prüfungen unterzogen. Zu diesem Zweck wurde die Entladecharakteristik, die Kapazität bei normalen und extremen Betriebstemperaturen nach entsprechender Lagerzeit und die Abhängigkeit der Arbeitsspannung von der Umgebungstemperatur und Belastung geprüft. Die einzelnen Untersuchungen mußten den Eigenschaften der verschiedenen Ausführungen entsprechend angepaßt werden. So wurden z. B. bei Primärelementen für jede Prüfung frische Elemente verwendet. Dagegen wurden die Sekundärelemente erst einer Entladung und Ladung unterzogen, bevor die eigentlichen Untersuchungen begannen. Ebenso folgte bei Sekundärelementen nach jeder Prüfung eine vorschriftsmäßige Ladung des Elementes.

Spannungsmessungen

Um den bestehenden Prüfbedingungen [6] zu genügen und einheitliche Voraussetzungen für alle Untersuchungen zu schaffen, sind alle im folgenden angegebenen Spannungen mit Instrumenten gemessen, deren Innenwiderstand mindestens 10 kΩ/V beträgt.
Die mittlere Entladespannung wurde entsprechend den Vorschriften [7] aus dem bei kontinuierlicher Entladung entstehenden Verlauf der Arbeitsspannung in Abhängigkeit von der Zeit ermittelt. Dabei erfolgte die Auswertung der Kurven stets nur bis zur Entladeschlußspannung. Sie wird unter Belastung gemessen. Die Definition der Nenn-, Arbeits- (oder Klemmen-) und Ruhe- (oder Leerlauf-)Spannung geht aus den entsprechenden Vorschriften [6, 7, 9] hervor.

Entladecharakteristik- und Kapazitätsprüfung

Zur Prüfung der Entladecharakteristik und der Kapazität wurden Dreifarben-Fallbügel-Punktschreiber (20 kΩ/V) in einer geeigneten Schaltung benutzt. Die zu prüfenden galvanischen Elemente und Batterien wurden dabei durch den Anschluß konstanter Widerstände etwa zehnstündig kontinuierlich entladen.
Es wurde hier generell die kontinuierliche Entladung (Dauerentladung) [4, 6, 10] angewendet, da sie den härtesten Prüfbedingungen tragbarer kernphysikalischer und elektronischer Meßgeräte entspricht. Sie stellt allerdings bei Primärelementen keine gute Voraussetzung für den Vergleich verschiedener Ausführungen dar [10,11].
Die Kapazität ergibt sich aus der Gleichung:

$$K = \frac{U_{mitt}}{R} \cdot t\,.$$

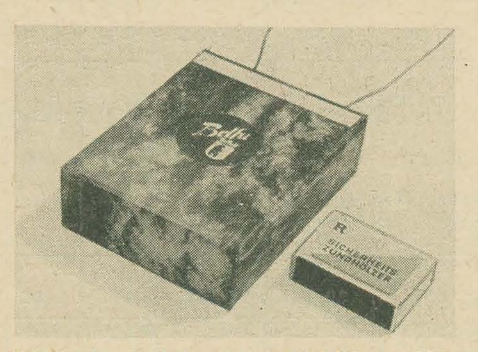
Hierin ist K die Kapazität des galvanischen Elementes oder der Batterie in Ah; U_{mitt} die mittlere Entladespannung in V; R der Entladewiderstand [6] in Ω und t die Zeit in h, nach der die Arbeitsspannung des geprüften Musters die Entladeschlußspannung erreichte.

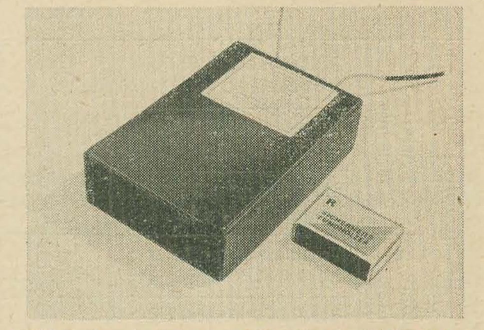
Temperaturtest

Der Temperaturtest dient zur Bestimmung der Arbeitsspannung in Abhängigkeit von Temperatur und Belastung. Die galvanischen Elemente bzw. Batterien wurden auf etwa −35 °C abgekühlt. Danach wurde der Temperaturtest wie folgt durchgeführt:
In einer Zeit von etwa 8 Stunden wurde die Temperatur kontinuierlich von −35 °C auf +45 °C hochgeregelt. Der Temperaturverlauf wurde von einem Schreiber registriert. Gleichzeitig wurden mit Hilfe des im Sechsfarbenpunktschreiber eingebauten Umschalters für die Meßstellen sechs verschiedene Belastungen an das galvanische Element geschaltet. Damit wurden gleichzeitig sechs verschiedene Spannungskurven geschrieben, die je einen Belastungsfall darstellten und



Bild 4: Hörbatterien BP 1121/22 und BP 1121/30 des VEB Berliner Akkumulatoren- und Elementefabrik


Bild 5: Anodenbatterie BP 1829/120 des VEB Berliner Akkumulatoren- und Elementefabrik


Bild 6: Anodenbatterie SBG 2/P des VEB Elektrotechnische Fabrik Sonneberg

[2]) BAE = Berliner Akkumulatoren- und Elementefabrik
GLZ = Grubenlampenwerk Zwickau
ETS = Elektrotechnische Fabrik Sonneberg

die dabei auftretende Abhängigkeit der Arbeitsspannung von der Temperatur zeigten.
Die durch diesen Test eintretende Entladung der galvanischen Elemente und Batterien war annähernd erfaßbar. Der Belastungs- bzw. Meßstellenumschalter des Schreibers war so aufgebaut, daß immer eine der sechs Belastungen zwanzig Sekunden angeschlossen blieb und alle zwei Minuten die gleiche Meßstelle wieder geschrieben wurde. Im Mittel benötigte ein Test etwa 10% der Kapazität des galvanischen Elementes.
Der gleiche Test wurde gegen Ende der Gesamtentladung des galvanischen Elementes bzw. der Batterie wiederholt. Anschließend wurde das galvanische Element bzw. die Batterie mit einem konstanten Widerstand bei Normaltemperatur kontinuierlich weiter entladen, bis auf eine Restkapazität, die gerade noch für den zweiten Test ausreichte.

Ergebnisse

Konstruktions- und Betriebseigenschaften

Zur besseren Übersicht sind die Konstruktions- und Betriebseigenschaften in Tabelle 1 zusammengefaßt. Die dort verzeichneten Werte sind Angaben der jeweiligen Hersteller (Maße, Gewicht, Preis, Nennspannung und -kapazität) oder wurden aus dem prinzipiellen Aufbau abgeleitet (austauschbar, dicht, erschütterungsfest, Wartung und Pflege).
Lagen bei den Primärelementen keine Unterlagen des Herstellers über die Nennkapazität vor, so sind die aus den entsprechenden Vorschriften [6, 9] hervorgehenden Mindestwerte eingesetzt. In den meisten Fällen ist damit zu rechnen, daß diese Mindestwerte übertroffen werden, wenn man die in den Vorschriften vorgeschriebenen Prüfmethoden anwendet. Die mit [1]) gekennzeichneten Werte der Tabelle 1 beziehen sich deshalb auf eine intermittierende Entladung gemäß VDE 0807/1.47.
Aus den Angaben dieser Tabelle ist ersichtlich, daß die Forderung nach der *Austauschbarkeit* nicht bei allen Ausführungen gewährleistet ist. Für den Konstrukteur tragbarer Geräte ist dies besonders unangenehm, da er sich bemüht, einen standardisierten Batterieraum vorzusehen, in dem die wichtigsten Elementetypen untergebracht werden können.
Dies gilt vor allem auch für Primärelemente und -batterien, da diese öfters ausgewechselt werden müssen. Die Standardisierung auf diesem Gebiet brachte hier einen gewissen Erfolg, so daß es heute nur noch wenige Spezialausführungen gibt. Bei den Sekundärelementen und -batterien jedoch ist die Anzahl der verschiedenen Maße und Anschlußarten fast ebenso groß wie die Anzahl der bestehenden Akkumulatorentypen. Eine erste Angleichung auf dem hier besonders interessierenden Gebiet der kleinen Akkumulatoren brachten die gasdichten NK-Akkumulatoren. So ist z. B. der gasdichte 2-Ah-NK-Akkumulator 9176.2 in bezug auf Abmessungen und Anschlüsse ohne Schwierigkeiten gegen das bekannte und weit verbreitete Stabelement EJT 1,5 (Monozelle) austauschbar.
Eine weitere Angabe in der Tabelle 1 betrifft die *Gas- und Flüssigkeitsdichtheit*. Ganz allgemein kann man Primärelemente nur im beschränkten Maße als gas- und flüssigkeitsdicht bezeichnen, da der vorwiegend verwendete äußere Zinkbecher bei verbrauchten Elementen stark angegriffen ist und auch die Pappumhüllung den Austritt aggressiver Stoffe nicht verhindert. Die hier aufgeführten Sekundärelemente und -batterien erfüllen diese

Tabelle 1: Konstruktions- und Betriebseigenschaften

Bezeichnungen			Länge in mm	Durchmesser in mm	Breite in mm	Höhe in mm	Volumen (etwa) in cm³	Gewicht (etwa) in p	Austauschbar	Dicht	Erschütterungsfest	Wartung und Pflege	IA-Preis (etwa) in DM	Nennspannung in V	Nennkapazität in Ah
Heizelemente	Primärelemente	Stabelement EJT (Monozelle)	—	33 ± 1	—	63 — 2	54	90	ja	ja	ja	keine	—,34	1,5	≈ 2[1])
		Stabelement EJT (Monoheizzelle)											—,44		
		Stabelement EJT (Monozelle $MgCl_2$)											—,44		
	Sekundärelemente	Trockenakkumulator 2/0,4 (RZP 2)	13 + 0,5	—	32 + 1	43 + 2	19	40	nein				—,83	2,0	0,4
		Gasdichter 1-Ah-NK-Akkum. 9176.1	19 + 1		34 + 1	62 + 1	40	80					10,50	1,2	1
		Gasdichter 2-Ah-NK-Akkum. 9176.2	34 + 1				72	135	ja				11,75		2
Spannungselemente	Primärelemente	Stabelement EAaT (Gnomzelle)	—	14	—	50	7,7	20	ja	ja	ja	keine	—,42	1,5	≈0,3[1])
		Stabelement EAaT (Gnomzelle $MgCl_2$)											—,42		
	Sekundärelemente	Trockenakkumulator 2/0,2 (RGP 1)	10 + 0,5	—	27,5 + 0,5	35 + 2	10	23	nein				—,75	2,0	0,2
		Gasdichter 150-mAh NK-Akkum. 9170.2	—	25 + 0,5	—	6,5 ± 0,2	3,2	9	ja				4,05	1,2	0,15
		Gasdichter 225-mAh-NK-Akkum. 9170.3				8,7 ± 0,3	4,3	11					4,10		0,225
Anodenbatterien	Primärbatterien	Hörbatterie BP 1121/22	15	—	25	50	19	35	ja	ja	ja	keine	2,64	22,5	≈0,04[1])
		Hörbatterie BP 1121/30				64	24	45					3,37	30	
		Anodenbatterie BP 1829/120	95	—	115	35	382	700					16,—	120	≈0,44[1])
	Sekundärbatter.	Anodenbatterie SBG 2/P	100 ± 1	—	146 ± 1	40 ± 1	584	1100	nein				51,55	94	0,2

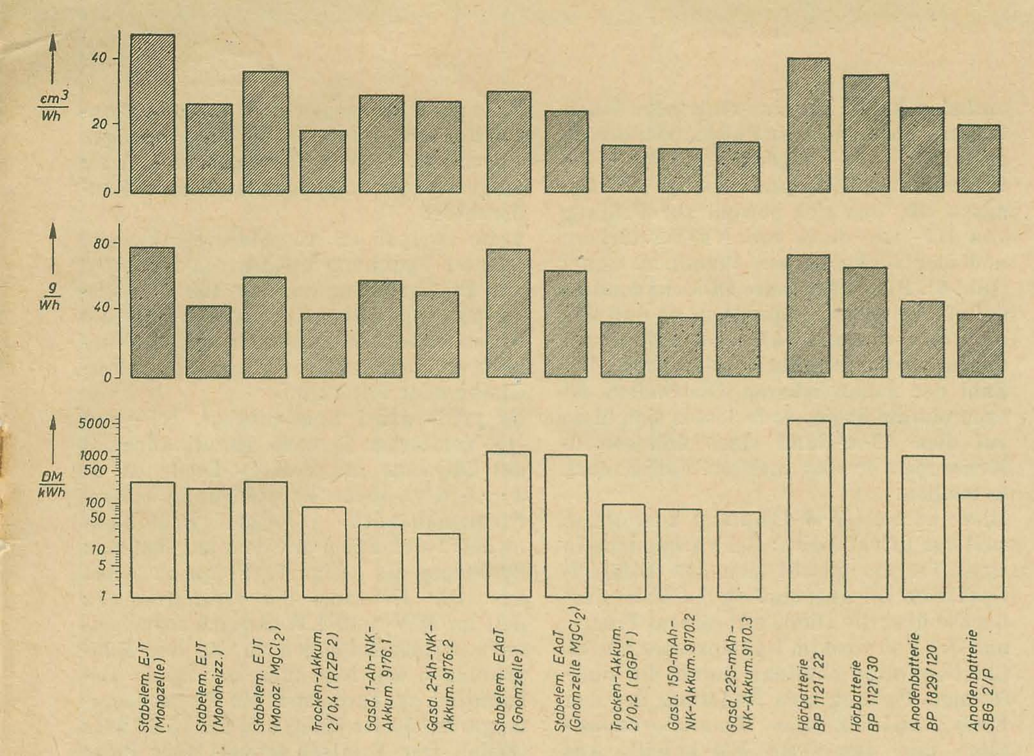


Bild 7: Verhältnisse von Volumen, Gewicht und Preis zum Arbeitsvermögen

die bei unbenutztem Stehen im geladenen oder entladenen Zustand auftretende Selbstentladung bestimmt. Diese Eigenschaften stehen im engen Zusammenhang mit der Lagerfähigkeit. Hier soll lediglich erwähnt werden, daß es notwendig ist, alle Metalloberflächen, besonders die Kontaktflächen der Akkumulatoren regelmäßig zu säubern und leicht zu fetten.

Die beste Lieferbarkeit aller hier aufgeführten galvanischen Elemente und Batterien ist für das Stabelement EJT gegeben. Es ist ohne Schwierigkeiten in fast allen Ländern der Welt erhältlich. Die anderen hier genannten galvanischen Elemente und Batterien sind zum Teil auch in anderen Ländern gebräuchlich, zumindest ist aber die sichere Liefermöglichkeit durch Hersteller der DDR gewährleistet.

Zum Abschluß über die Konstruktions- und Betriebseigenschaften soll eine Gegenüberstellung der Volumen-, Gewichts- und Preisverhältnisse erfolgen (Bild 7). Die Werte sind, wie die verwendeten Maßstäbe zeigen, auf das Arbeitsvermögen in Wh bzw. kWh bezogen; sie wurden der Tabelle 2 entnommen. Die Angaben resultieren also aus den mit unseren Bedingungen (kontinuierliche Entladung usw.) ermittelten Ergebnissen. Es sind Durchschnittswerte der drei oder mehr je Typ geprüften Exemplare. Zur Festlegung der Preisverhältnisse diente außer dem Preis in DM und dem Arbeitsvermögen in kWh noch die Anzahl der möglichen Entladungen.

Forderung fast hundertprozentig, so daß ein schädigender Einfluß auf benachbarte Bauelemente nicht zu befürchten ist [11, 12, 13].

Ebenso sind alle untersuchten galvanischen Elemente und Batterien *unempfindlich gegen Erschütterungen.* Primärelemente beanspruchen *keine Wartung und Pflege,* wenn man voraussetzt, daß sie nur für eine einmalige Entladung benutzt werden und von der bekannten Möglichkeit, die Leistungsausbeute durch die sog. Regenerierung oder Reaktivierung erheblich zu steigern [2, 10, 11, 14, 15, 16], kein Gebrauch gemacht wird. Sekundärelemente (Akkumulatoren) dagegen unterscheiden sich sehr in dem für Wartung und Pflege notwendigen Aufwand. Der Umfang des Wartungs- und Pflegebedarfs wird hauptsächlich durch

Wird fortgesetzt

Transistor-Taschenprüfgenerator „Tobitest"

Dipl.-Ing. KLAUS SCHLENZIG

Mitteilung aus dem VEB Werk für Fernmeldewesen Berlin

Dieser vom Werk für Fernmeldewesen entwickelte Ton-Bild-Tester dient zur Funktionsprüfung von Rundfunk- und Fernsehempfängern. Er ist ein Hilfsmittel für den Amateur und den Praktiker in der Reparaturwerkstatt.

Schaltung und Funktion

Tobitest erzeugt im Gegensatz zu ähnlichen Prüfgeneratoren [1, 2] mit einem Transistor OC 810 gleichzeitig zwei Frequenzen (94 kHz und 250 ··· 500 Hz). Die HF ist mit der NF pulsförmig moduliert, wobei die NF auch allein verwendbar ist. Die HF entsteht in einer Schaltungsanordnung ähnlich der des Audions [3]. Bild 1 zeigt einen in Basisschaltung schwingenden NF-Flächentransistor, der über ein phasendrehendes Glied C, Dr auf den Emitter rückgekoppelt ist und dessen frequenzbestimmender Schwingkreis in der Kollektorleitung liegt. Diese Schaltung stellt also bereits einen einfachen Prüfgenerator dar. Dazu ist jedoch eine Fremdmodulation nötig (z. B. mit Netzfrequenz über die Basis), außerdem vergrößern zwei Spulen den Platzbedarf. Legt man aber die Anschlüsse der Drossel so, daß Mitkopplung entsteht, dann läßt sich ihre Wicklung — bei entsprechend geänderter Dimensionierung der Gesamtschaltung — ebenfalls auf dem Körper der Schwingkreisspule unterbringen. Eigenmodulation erreicht man schon durch einen zusätzlichen Kondensator, der in die Basiszuleitung eingefügt wird. Es entsteht ein sich periodisch selbstunterbrechender HF-Generator, zunächst nur bedingt durch den Reststrom des Transistors. Dieser ist allerdings temperatur- und exemplarabhängig, läßt sich jedoch in dem gewünschten Temperaturbereich durch geeignete Maßnahmen beherrschen.

Wird der Generator, dessen vollständigen Stromlauf Bild 2 zeigt, eingeschaltet, so lädt sich der Basiskondensator über I_{CO} und R, und gleichzeitig schwingt die Schaltung an. Die feste Rückkopplung auf die Emitter-Basisstrecke erreicht sehr schnell eine Verschiebung des Arbeitspunktes und lädt den Basiskondensator durch Gleichrichtung der rückgekoppelten Schwingung an der Emitter-Basisstrecke um. Die entstehende Gegenspannung unterbricht schließlich die Schwingung. Über den Reststrom erhält der Basiskondensator langsam wieder seinen Ausgangsladungswert, bei dem die Rück-

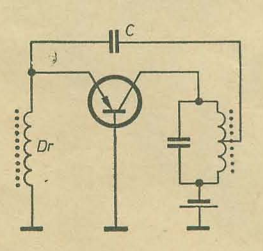


Bild 1: Einfacher HF-Generator mit Transistor ohne Eigenmodulation

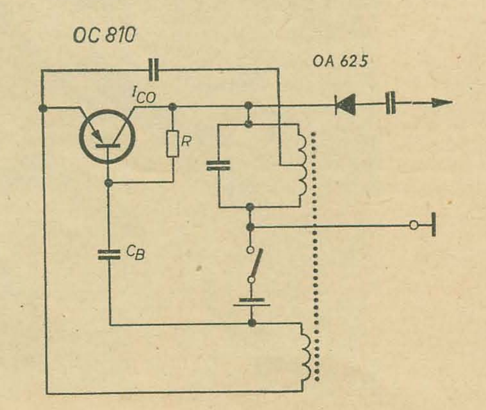


Bild 2: Schaltbild des Tobitest

kopplungsbedingung erfüllt ist. Die Schwingung setzt erneut ein. Die Amplitude wächst — solange der durch die Rückkopplung entstehende Gegenstrom durch C_b kleiner ist als I_{CO}, so daß U_{BE} noch nach negativen Werten steigt — begrenzt sich durch die Basiskondensatorspannung, wird kleiner und reißt ab. Bei geeigneter Größe von Basis- und Koppelkondensator erhält man HF-Pulse, deren Folgefrequenz im Hörbereich liegt.

Die erzielte Niederfrequenz liegt bei etwa 100 Hz. Sinkt die Umgebungstemperatur, so ist bei größerer Außenlast kein sicherer Pulsbetrieb gewährleistet. Aus diesem Grunde erweiterte man das Zeitglied C_b, I_{CO} um einen ohmschen Widerstand, der etwa mit dem $2 \cdots 3$fachen Betrag von $I_{CO(25\,°C)}$ C_b lädt. Infolge des mit der Temperatur exponentiellen Verlaufes von I_{CO} wird somit nach tiefen Temperaturen die NF vor allem von R bestimmt. Bei höheren Temperaturen ist sie allerdings auch weiter stark von der Temperatur abhängig. Durchschnittliche Exemplare des OC 810 arbeiten noch bis etwa 42 °C Außentemperatur mit brauchbarer NF-Unterbrechung. Bei höheren Temperaturen bleibt jedoch $(I_{CO} + I_R)$ stets größer als der durch die Emitter-Basisstrecke in den Kondensator fließende Gegenstrom, so daß von einer oberen Grenztemperatur ab nur noch HF mit relativ kleiner Amplitude erzeugt wird. Diese obere Grenze läßt sich durch festere Rückkopplung um einige °C verschieben. Daher enthalten einige Tobitestexemplare einen zusätzlichen Kondensator zwischen Kollektor und Emitter. Eine festere Rückkopplung bedeutet aber bei kleiner Temperatur eine größere Pulspause im Tastverhältnis und außerdem niedrigere NF. Zwischen diesem Kondensator und dem Basiswiderstand wäre also ein exemplarabhängig verschiedenes Verhältnis nötig gewesen. Die Frequenz der HF-Schwingung ist dagegen von diesen Faktoren nahezu unabhängig und für den angestrebten Zweck genügend konstant.

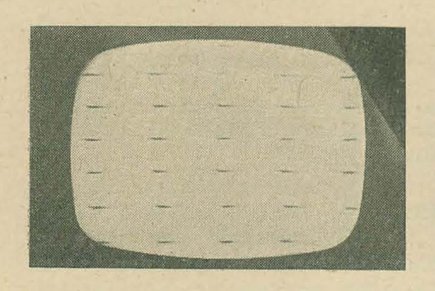
Daten und Verwendungszweck

Die Frequenzen des Generators liegen bei etwa 94 kHz sowie zwischen $250 \cdots 500$ Hz (NF je nach Außentemperatur). Der Ausgang ist über einen Koppelkondensator in Reihe mit einer OA 625 an den Kollektor des Transistors angeschlossen. Auf einen Diodenarbeitswiderstand wurde verzichtet, da die meisten der verwendeten Dioden einen genügend großen Rückstrom aufweisen, so daß sich der Koppelkondensator über den jeweiligen Außenwiderstand in den Pulspausen genügend weit entladen kann, um eine stationäre Übertragung ausreichender Pulsamplituden zu gestatten. Am Eingangswiderstand des Prüfobjektes fällt damit ein HF-NF-Gemisch ab, das sich sowohl zur Prüfung von HF- wie auch von NF-Verstärkern und elektroakustischen Wandlern eignet (Bild 3). Die nichtlineare Diodenkennlinie liefert zahlreiche Oberwellen, so daß sich im Abstand von 94 kHz das Signal mit abnehmender Amplitude wiederholt. Die Zahl der nachweisbaren Oberwellen ist exemplarabhängig, doch lassen sich diese auf dem 49-m-Band eines üblichen 6-Kreissupers in den meisten Fällen noch feststellen.

Hier und bei UKW-Empfang kommt ein weiterer Effekt hinzu: Bei Vorhandensein eines Trägers mischt sich das Tobitest-Spektrum bei Anschluß an die Antennenbuchse über die Diode mit diesem Träger, und der Ton wird im Lautsprecher hörbar (im Generator entsteht durch die pulsförmige Tastung eine Änderung der den Kreis verstimmenden Transistorkapazitäten und damit ein FM-Anteil). Aus ähnlichen Gründen ist es möglich, bei entsprechender Abstimmung eine Funktionsprüfung von Fernsehempfängern auf Bild und Ton ohne Vorhandensein eines Bildträgers sogar an der Antennenbuchse vorzunehmen, wenn sich der Kanalwähler auf einen nahegelegenen UKW-Sender einstellen läßt. Diese Effekte — das soll hier ausdrücklich betont werden — sind jedoch nur Begleiterscheinungen und liegen schon weit außerhalb des ursprünglich vorgesehenen Verwendungsbereiches. Ohne die bereits erwähnten Hilfseffekte ist der Tobitest verwendbar:

1. Je nach Eingangswiderstand und Empfindlichkeit des Objektes im einpoligen Anschluß, bei Verstimmungsgefahr über aufgesteckten Vorwiderstand oder Kondensator;
2. im zweipoligen Anschluß (Punkte mit höherer Spannung meiden, da Koppel-C aus Platzgründen nur für 160 V ausgelegt), in kapazitiver Kopplung in Nähe der Antennenbuchse besonders im MW-Bereich und in induktiver Kopplung auf Ferritstab oder Filterkern.

Er prüft dabei Lautsprecher, NF- und HF-Verstärker je nach Empfindlichkeit des Objektes und Tobitest-Diode bis zu $3 \cdots 6$ MHz sowie Empfänger in diesem Frequenzbereich. Jedes Prüfobjekt „wählt" sich dabei aus dem angebotenen Spektrum die geeignete Frequenz selbst aus. Die Kenntnis der Grundfrequenz läßt im MW- und LW-Bereich sogar einfache Skaleneichungen zu. Zu den Bildprüfungen ist folgendes zu sagen: Bekanntlich synchronisiert ein Fernsehempfänger auf 50 Hz (Bild) und auf 15,65 kHz (Zeile). Der Tobitest erzeugt aber Pulse mit $(5 \cdots 10) \times 50$ Hz Folgefrequenz und einer Trägerschwingung von $6 \times 15{,}65$ kHz. Somit entsteht bei Anschluß des Generators an den Bildverstärkereingang auf dem Bildschirm ein regelmäßiges Muster, in der Waagerechten mit 5 Markierungen ($1 \times$ im Rücklauf), in der Senkrechten mit $5 \cdots 10$ Marken je nach Transistor und Außentemperatur. Entsprechend der Diodenpolung handelt es sich um gut erkennbare Dunkelmarken (Bild 4). Bei kurzgeschlossener Diode oder kleinem Sperrwiderstand sind die Lücken in waagerechter Richtung mehr oder we-



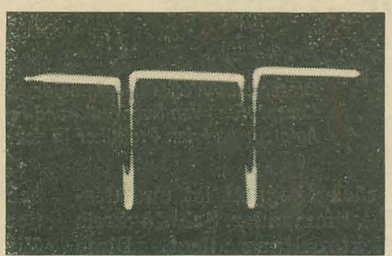
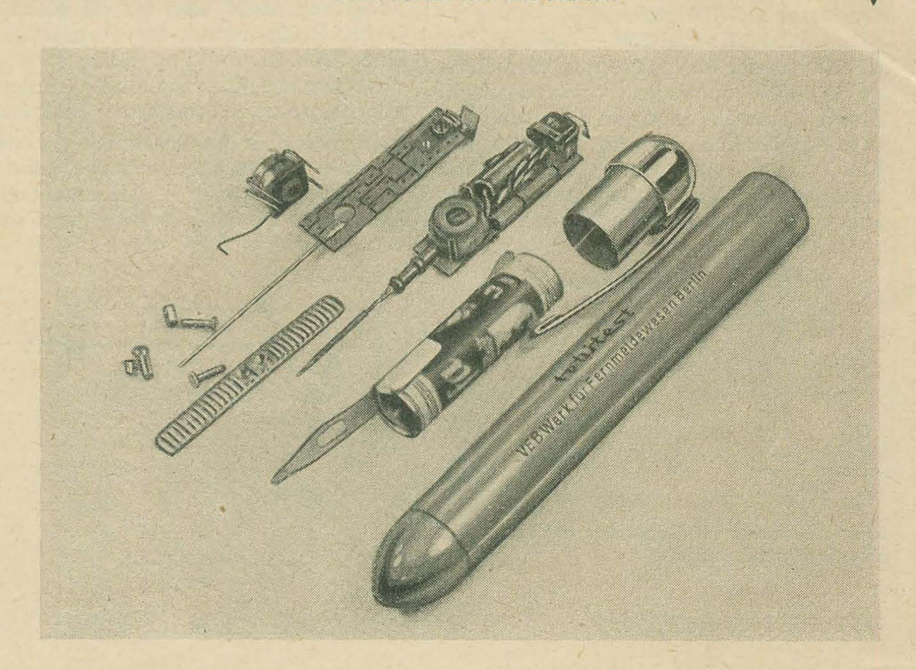
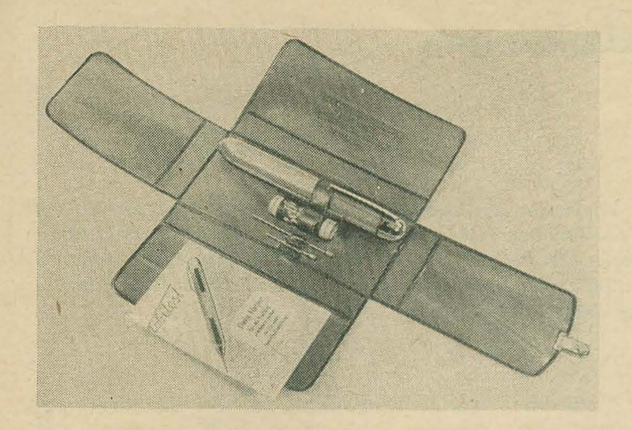


Bild 3 (rechts): NF-HF-Gemisch des Tobitest am Eingang eines Oszillografen

Bild 4 (links): Tobitestsignal am Bildverstärkereingang des TV-Empfängers „Favorit"

Bild 5: Einzelteile des Tobitest ▼





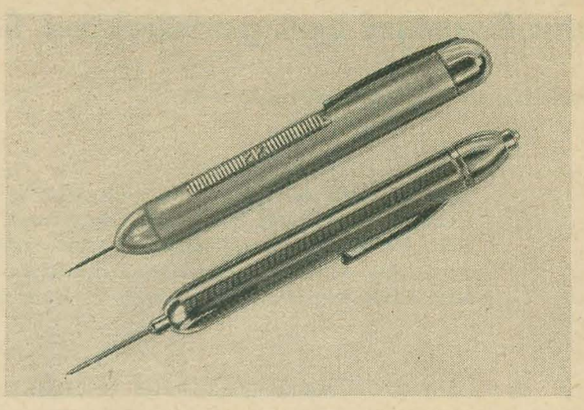


Bild 6 (links): Tobitest mit Tasche und Zubehörteilen

Bild 7 (rechts): Vergleich zwischen Tobitest und Signalinjektor

niger aufgehellt. Von einem einzigen OC 810 kann man natürlich kein Schachbrettmuster verlangen, doch lassen sich — abgesehen von der Funktionsprüfung des Bildteiles — sowohl Linearität als auch Bildlage einstellen. Ebenso kann selbstverständlich bei Anschluß an die entsprechenden Servicepunkte der Tonteil geprüft werden.

Mechanischer Aufbau

Der Tobitest ist in gedruckter Schaltung ausgeführt. Eine Leiterplatte von 11 × 45 mm trägt sieben der acht Bauelemente. Der Auskoppelkondensator ist über die Tastspitze geschoben. Der kleine 2-Kammerspulenkörper des neuentwickelten Schalenkerns 14 × 8 mm zusammen mit dem Gewindeeinsatz und dem Abgleichstift des bekannten Manifer-Schalenkerns 23 × 17 ergaben eine recht günstige Spulenform. Für den Einsatz in der gedruckten Schaltung wurde diese Kombination mit einer epoxydharzgeklebten sehr flachen Grundplatte mit fünf eingelegten Anschlüssen versehen und in diesem Zustand gewickelt.
Etwa das gleiche Volumen wie der fertige Einsatz beansprucht die 1,5-V-Kleinzelle des VEB Belfa, Katalog-Nr. 201. Ihre Lebensdauer beträgt etwa 200 Betriebsstunden.
Es bestand der Wunsch, das in einem zylindrischen Kunststoffkörper untergebrachte Gerät ohne störende Tastspitze transportieren zu können. Dennoch sollte die Spitze unverlierbar sein. Das Gehäuse wurde daher um 20 mm verlängert. Mit einem seitlich angebrachten Schieber läßt sich die im Ruhezustand unsichtbare Spitze und mit ihr der ganze Einsatz um etwa 20 mm nach vorn schieben, wobei sich das Gerät gleichzeitig einschaltet. Der Schalter besteht aus einer versilberten Ms-Feder, die auf eine im Leitungsmuster enthaltene Kupferfläche drückt und bei jedem Schaltvorgang diese reinigt. Erfahrungsgemäß beträgt die Lebensdauer eines solchen einseitig unveredelten gedruckten Schalters viele tausend Betätigungen.
Die Bilder 5 und 6 zeigen die Einzelteile sowie den Taschenprüfgenerator Tobitest.

Einschätzung des Tobitest

Taschenprüfgeneratoren mit einem Transistor sind bisher nur mit einer einzigen im NF-Bereich liegenden, mit Oberwellen aber bis ins HF-Gebiet reichenden Schwingung hergestellt worden, so vor allem der bekannte Sperrschwinger. Multivibratoren mit zwei Transistoren ergeben ebenfalls nur eine Grundfrequenz keinesfalls idealer Rechteckform, und Generatoren mit zwei Frequenzen wurden — soweit uns bekannt — nur mit mindestens zwei Transistoren realisiert. Auf dem westeuropäischen Markt wird z. Z. zu einem relativ hohen Preis der „Signal-injector“ der japanischen Sony-Corporation angeboten, ein Sperrschwinger mit einem Transistor (Bild 7). Vorteile gegenüber dem Tobitest ließen sich bei einer vergleichenden Anwendung nicht feststellen:

1. Die Prüfung von NF- und HF-Verstärkern sowie AM-Empfängern läßt sich zwar mit beiden Geräten durchführen, doch ergibt die zusätzliche HF-Schwingung des Tobitest eine günstigere Verteilung der Oberwellen.

2. Eine Grobeichung von Skalen und damit eine gewisse Selektionsprüfung ist nur mit dem Tobitest möglich.

3. Auf dem Bildschirm des Fernsehempfängers erzeugt der Signalinjektor nur in waagerechter Richtung einige sehr schmale Striche.

4. Der recht einfache Druckschalter des Signalinjektor wird nach Gebrauch leichter vergessen als beim Tobitest, wo die ausgefahrene Spitze den Betriebszustand anzeigt und beim Einstecken in die Tasche auf jeden Fall bemerkt wird.

5. Die Spitze des Signalinjektor muß bei Gebrauch erst aufgeschraubt werden, ist somit verlierbar und stellt — nicht abgeschraubt in der Tasche getragen — eine Gefahr für den Träger dar.

6. Der Signalinjektor enthält keine gedruckte Schaltung.

Sicher wird sich auch beim Tobitest noch manches verbessern lassen, und die Kritik des neuen Besitzers kann dem Werk — wie bei jedem anderen Erzeugnis — oft eine wertvolle Hilfe sein.

Literatur

[1] H. J. Fischer: Hinweise für den Bau von Transistormultivibratoren; radio und fernsehen 2 (1959) S. 44 ··· 45

[2] Transistorgenerator der Tetron GmbH, Nürnberg; Funkschau 13 (1958) S. 637

[3] K. Schlenzig: Ein Transistoraudion in gedruckter Schaltung; radio und fernsehen 22 (1958) S. 661 ··· 664

Farbfernsehen in Japan

Der technische Stab der japanischen Rundfunkgesellschaft (NHK) vervollständigte eine Farbfernsehkamera, die ausschließlich mit eigenen Teilen aufgebaut wurde. Die erste Farbfernsehkamera wurde 1959 in Japan hergestellt. Sie war jedoch eher eine Reproduktion der RCA-Kamera vom Typ TK-41. Die verbesserte japanische TV-Kamera konstruierten NHK-Ingenieure. Wichtig bei einer TV-Kamera ist eine stabile Konstruktion, da die Kamera im Studio herumgefahren wird und einer rauhen Behandlung ausgesetzt ist. Farb-TV-Kameras neigen, verglichen mit einer Schwarz-Weiß-TV-Kamera, zu einem sperrigen Format, da sie einen komplizierten Mechanismus besitzen.
Die heute in Japan benutzten Farb-TV-Kameras wurden weder von der RCA noch von der General Elektric gebaut. Sie sind kleiner als die Kameras der genannten Firmen. Das Ausmaß des Kamerakopfes beträgt z. B. nur etwa 60% des Ausmaßes des RCA-Kamerakopfes und 90% des Ausmaßes des General-Elektric-Kamerakopfes.
Das Farbbild setzt sich aus den drei Grundfarben Rot, Blau und Grün zusammen, wobei für jede der drei Grundfarben elektrische Verstärker notwendig sind.

Bei der NHK-Farb-TV-Kamera konnte eine neue Objektivanordnung erprobt werden, die Farbschleier und sogenannte Geisterbilder auf der Bildröhre beseitigt. Das Kamerastativ wurde sehr leicht gebaut, womit die Kamera auch sehr leicht beweglich ist und ein Minimum an Geräuschen und Vibrationen verursacht.

Das Farbfernsehen ist jedoch nur bei Verbesserung der Empfangsgeräte sinnvoll. Der technische Stab von NHK hat Versuche mit Farb-TV-Empfängern während der letzten drei Jahre unternommen. Es gelang ihnen, eine 17-Zoll-Drei-Farben-Fernsehröhre zu entwickeln. Der Hauptvorteil dieser 17-Zoll-Röhre ist ihre Wirtschaftlichkeit. Sie kann billiger produziert werden als die 21-Zoll-Röhre, die die USA herstellen. Die 17-Zoll-Bildröhre wurde bisher nur experimentell hergestellt, doch wird die Massenproduktion in den TV-Empfänger-Werken bald beginnen.

Die Japanische Rundfunkgesellschaft gestaltet z. Z. täglich eine 30-Minuten-Farbfernsehsendung auf experimenteller Basis.

Nach „Radio Japan News“

Methoden zum Entwurf von gedruckten Schaltungen

Ing. KURT ZWINK, Mitteilung aus dem VEB Funkwerk Köpenick

Schon oft wurde über die Anwendung von gedruckten Schaltungen geschrieben, aber nur selten wurden der Entwurf des Leitungsmusters und die Anordnung der Bauelemente erwähnt. Dabei ist der Übergang vom Stromlaufplan zur Leitungsführung in der gedruckten Schaltung ein wichtiges Problem. Im folgenden soll nun die Konstruktionssystematik behandelt werden. Dem Konstrukteur werden Wege gezeigt, die er beim Aufbau und bei der Anfertigung der Zeichnungen beschreiten kann. Ferner werden das Für und Wider der einzelnen Methoden behandelt.

Allgemeines

Das nach DIN 40801 festgelegte Rastermaß von 2,5 mm ist für die Anfertigung der Zeichnungen zu klein. Die Zeichnung wird im Maßstab 1 : 1 zu unübersichtlich, denn für die Leitungsführung ist eine große Genauigkeit erforderlich. Man verwendet darum für den Entwurf der Leitungsführung allgemein den Maßstab 4 : 1. Das Fotonegativ oder -positiv wird dann auf den Maßstab 1 : 1 verkleinert. Die Zeichnung der Leiterplatte mit den Bohrungen für die E-Teile wird vorteilhaft im Maßstab 2 : 1 angefertigt (Bild 9).

Als Muster für die Konstruktionssystematik dienen zwei Multivibratoren; einer mit Röhren und einer mit Transistoren. Für den Vergleich der alten und der neuen Methode zur Anfertigung der Zeichnungen wurde der Röhrenmultivibrator gewählt.

Bekannte Methode

Der Konstrukteur benutzt zum Entwurf des Leitungsmusters und der Bauelementeanordnung fast immer Millimeterpapier. Er verwendet die starken im 10-mm-Abstand vorhandenen Linien als Vergrößerung für das Rastermaß und erhält dadurch den Maßstab von 4 : 1. Die in der Stückliste angezogenen Bauelemente fertigt er sich in der Projektion gesehen ebenfalls im Maßstab 4 : 1 aus Papier an. Nun entwickelt er durch die zwangsläufige Anordnung der Bauelemente die Leitungsführung (Bild 1).

Schwierigkeiten beim Aufbau

Zusammen mit der Anordnung der Bauelemente muß die Leitungsführung entworfen werden. Ein Konstrukteur, der keine diesbezüglichen Erfahrungen besitzt, wird bei einer größeren Schaltung bald die Übersicht verlieren, da die Leitungsführungen zu einem Teil von den Bauelementen verdeckt werden (siehe Bild 1). Mit der Anordnung der Bauelemente müssen gleichzeitig die Lötpunkte eingezeichnet und Leitungsführungen festgelegt werden. Die Bauelemente müssen dadurch immer wieder abgenommen werden. Kommen in einer Schaltung Röhren vor, so müssen die Lötpunkte der Röhrenfassungen ebenfalls eingezeichnet werden. Von der Röhrenfassung liegt aber nur der Mittelpunkt im Rastermaß. Die günstigste Lage der Lötpunkte einer Röhrenfassung erreicht man meist erst nach mehrmaligem Probieren, was immer mit dem Abradieren und neuem Einzeichnen des Lötpunktes verbunden ist. Bei Schaltungen, in denen die Röhren durch Transistoren ersetzt sind, wird sich die Leitungsführung zwar vereinfachen, aber trotzdem unübersichtlich bleiben. Hierbei sei noch erwähnt, daß bei einer automatischen Bestückung die Bauelemente nur parallel zu den Koordinaten liegen dürfen. Ein Nachteil dieser Methode ist es, daß die Bauelemente nicht festgeklebt werden können, man also gezwungen ist, die Bauelemente nach dem Aufbau noch einzuzeichnen, damit man beim Anfertigen der Zeichnungen eine einigermaßen klare Übersicht hat. Alle diese geschilderten

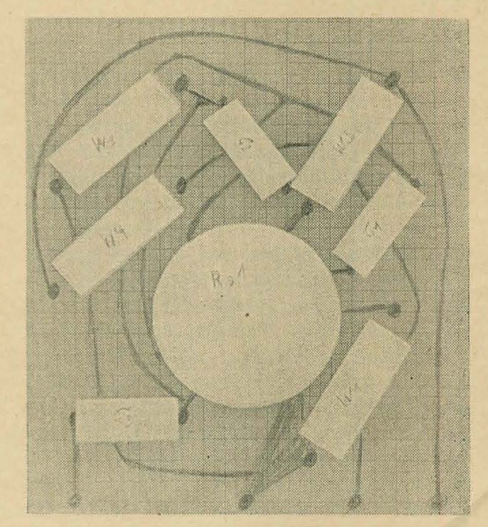
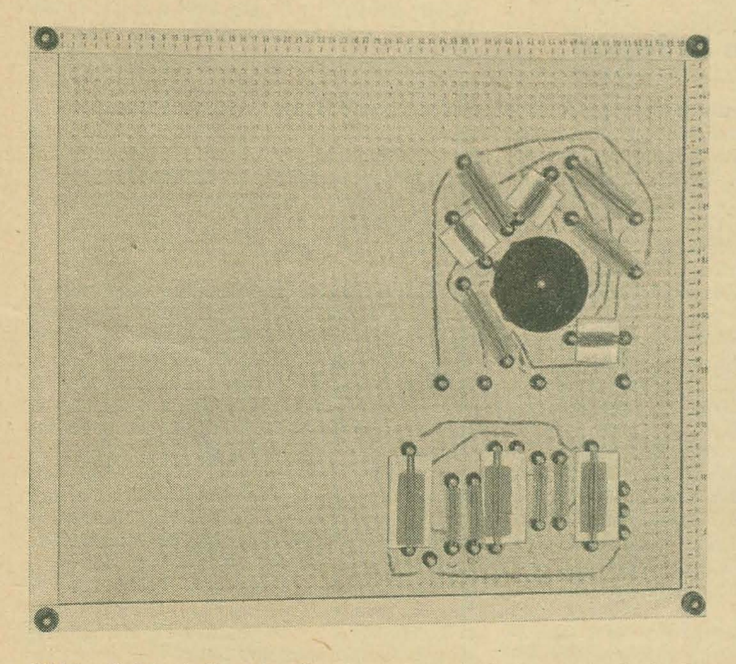


Bild 1: Aufbau des Leitungsmusters und Bauelementenanordnung nach der alten Methode



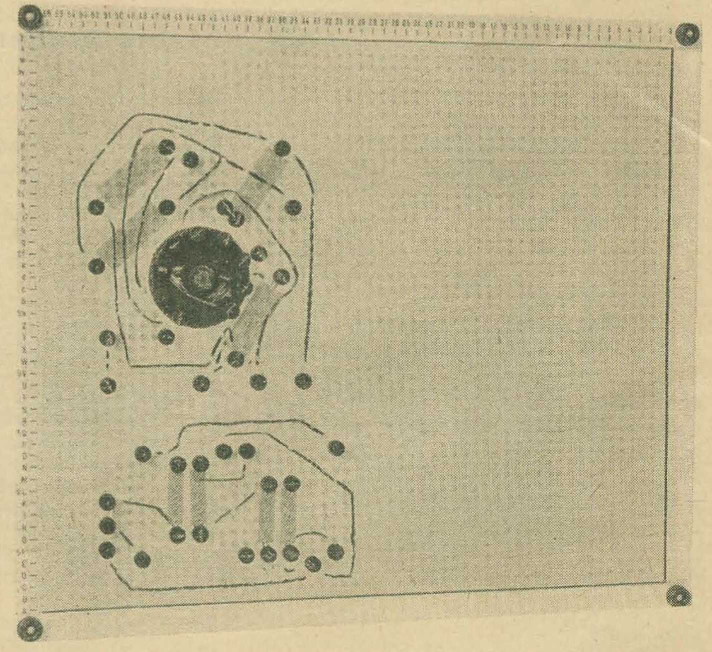


Bild 2a (links): Aufbau der Bauelemente nach der neuen Methode (Röhren- und Transistorenmultivibrator). Bild 2b (rechts): Leitungsführung der unter 2a gezeigten Multivibratoren

Schwierigkeiten vereinfachen das Anfertigen der Zeichnung nicht. Mit dieser Methode läßt sich keine hohe Arbeitsproduktivität erreichen, zumal der Entwurf der Leitungsmuster keine einfache Arbeit ist. Vom Konstrukteur muß viel Geduld aufgebracht werden, bis er den Entwurf einer Leitungsführung fertig hat. Mit dem Aufbau der Bauelemente und dem Entwurf der Leitungsführung ist die Grundlage für die Anfertigung der Zeichnungen geschaffen. Hier tritt nun noch eine Schwierigkeit ein, die im nächsten Abschnitt behandelt wird.

Anfertigung der Zeichnungen

Beim Anfertigen der Zeichnungen muß die Leiterplatte mit den Bohrungen und der Vermaßung als Draufsicht betrachtet werden. Die Leitungsführung mit den Lötpunkten ist das Spiegelbild der Draufsicht. Es ist also ein Umdenken nach dieder Methode erforderlich, wenn man die Lage der Bauelemente zur Leitungsführung zeichnet. Für einen Konstrukteur bedeutet die Anfertigung der ersten gedruckten Schaltungen eine Umstellung, und es wird nicht jedem leicht fallen, das gestellte Ziel schnell zu erreichen.
Im folgenden Abschnitt soll nun eine neue Methode beschrieben werden. Viele Mängel, die der alten Methode noch anhaften, wurden dadurch beseitigt. Es wurde versucht, dem Entwickler und Konstrukteur ein Mittel in die Hand zu geben, mit deren Hilfe er auf einfache Art übersichtlich die Voraussetzungen für die Anfertigung der Zeichnungen erhält.

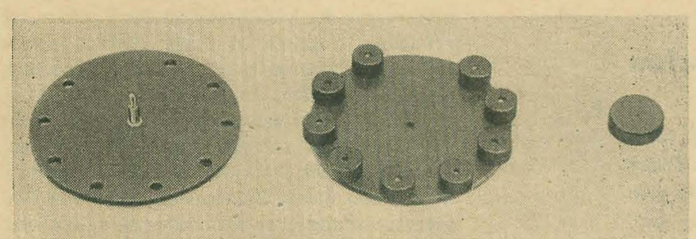


Bild 3: Neunpolige „Röhrenfassung“

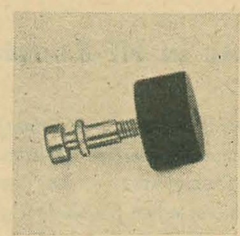


Bild 4: „Lötpunkte“

Neue Methode

Hier wird das Millimeterpapier durch Piacryl ersetzt (Bilder 2a und 2b). Als Muster dient eine Platte im Maßstab 4 : 1, die eine maximale Leiterplattengröße von 120 mm × 140 mm zuläßt. Diese Platte ist in den Rasterpunkten mit Bohrungen versehen. Am Rand sind die Rasterpunkte durch Zahlen und Buchstaben (spiegelbildlich für beide Seiten) genau definiert. Die „Röhrenfassungen“ sind aus Kunststoff hergestellt und bestehen aus zwei Platten. Die der Draufsicht entsprechende Platte hat die maximale Größe der Röhre. An der unteren Platte befinden sich die Anschlußpunkte, in die die Stifte der Röhrenfassungen gelötet werden (Bild 3). Die „Widerstände“ sind wie die „Röhrenfassungen“ aus Kunststoff im Maßstab 4 : 1 hergestellt. Da Widerstände ihrer Belastung entsprechend in der Größe genormt sind, werden nicht viele Typen benötigt (Bild 5).

Die „Lötpunkte“ bestehen für die erste Ausführung aus einem Stift und einer runden Mutter (Bild 4). Sie sind wie alle anderen Bauteile im Maßstab 4 : 1 hergestellt. Um für die fertige Schaltung einwandfreie Lötstellen zu erhalten, wurde der Durchmesser für die „Lötpunkte“ mit 3,5 mm gewählt. „Kondensatoren“ und andere „Bauelemente“ werden nicht aus Kunststoff hergestellt, da ihre Typenzahl zu groß ist. Sie werden wie bei der alten Methode aus Papier angefertigt.

Entwurf des Leitungsmusters und der Bauelementenanordnung

Der Entwurf des Leitungsmusters nach dem Stromlaufplan erfolgt folgendermaßen:
Die „Bauelemente“ werden auf der einen Plattenseite angeordnet und auf der anderen Seite der Platte werden die Leitungsführungen eingezeichnet. Die „Bauelemente“ können nach dieser Methode die Leitungsführung nicht verdecken. Zwischen den „Lötpunkten“ wird ein Gummi gespannt, unter dem die „Bauelemente“ befestigt werden. Man kann die Platte drehen, ohne daß sich die Lage der „Bauelemente“ verändern kann. „Röhrensokkel“ können so gedreht werden, daß sie ihre vorteilhafteste Lage haben. Dann werden sie befestigt. Die Leitungsführungen werden mit Ölkreide gezogen.

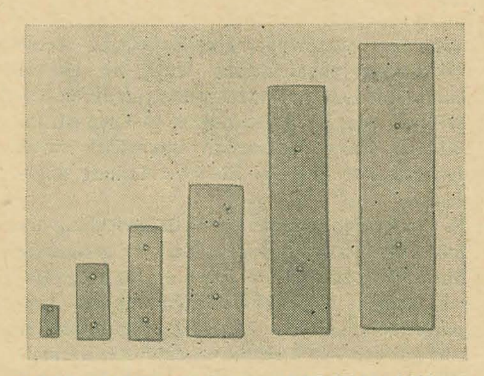


Bild 5: „Widerstände“ von 0,05 W bis 1 W

Anfertigen der Zeichnungen

Jetzt kann man die Lage der „Bauelemente“ und die Leiterplatte mit den Bohrungen von der einen Seite der Platte übertragen. Für die Anfertigung der Leitungsführung wird die Platte umgedreht und von der anderen Seite gezeichnet. Fehler sind hierbei so gut wie ausgeschlossen, da beide Seiten die gleichen markierten „Lötpunkte“ haben. Ein Umdenken — wie bei der alten Methode — ist nicht erforderlich. In dem Übersichtsbild (Bild 7) und den dazu gehörigen Zeichnungen sollen noch einmal die Arbeitsgänge aufgezeigt werden, die erforderlich sind, um vom Stromlaufplan zur gedruckten Schaltung zu kommen.

Zusammenfassung

Die Anfertigung von gedruckten Schaltungen unterscheidet sich grundsätzlich

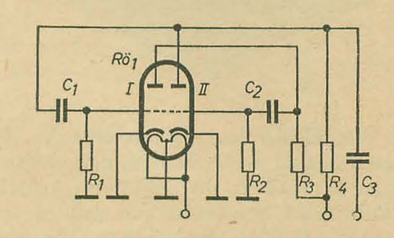


Bild 6: Stromlaufplan des Röhrenmultivibrators

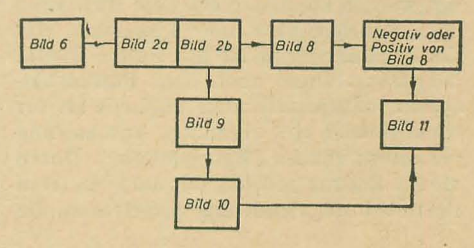


Bild 7: Übersichtsbild

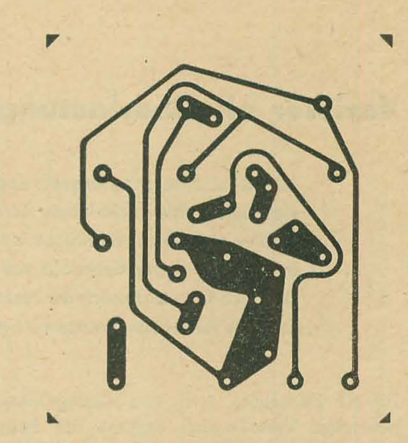


Bild 8: Leitungsführung des Röhrenmultivibrators

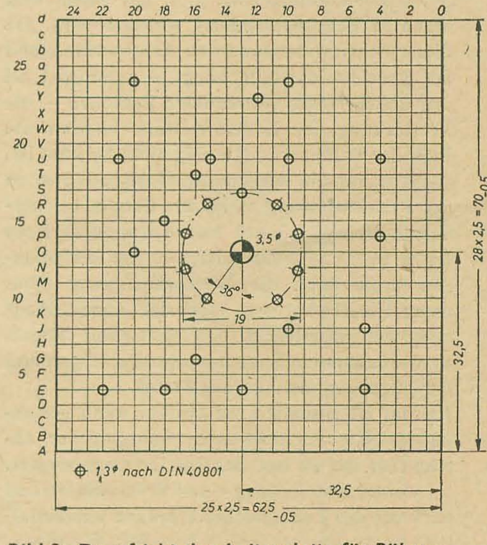


Bild 9: Draufsicht der Leiterplatte für Röhrenmultivibrator

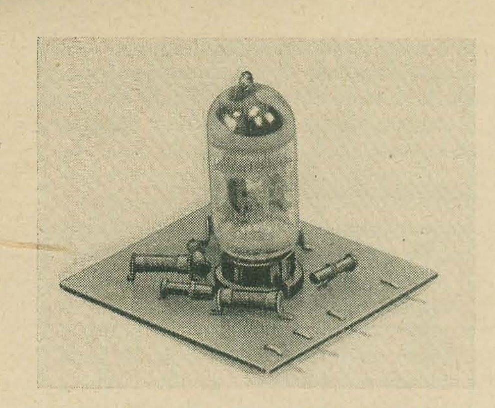
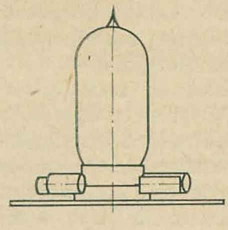


Bild 10: Fertigmontierter Röhrenmultivibrator ◄



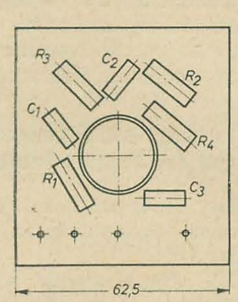


Bild 11: Mechanischer Aufbau des Röhrenmultivibrators ►

von der klassischen Schalttechnik. Wir müssen darum bestrebt sein, neue Methoden zu entwickeln, die eine hohe Arbeitsproduktivität gewährleisten und ein rationelles Arbeiten ermöglichen. Die neue Methode besitzt den Vorteil, daß die Zeichnungen wesentlich schneller angefertigt werden können. Nach dem Entfernen der „Bauelemente" und Abwischen der Leitungsführungen ist die Platte wieder benutzbar. Diese nach dem Baukastensystem entwickelte neue Methode ist für einen Betrieb eine einmalige Anschaffung der erforderlichen „Bauelemente". Durch diesen Beitrag möchte ich auch anderen Betrieben die Erfahrungen mitteilen, die mit der neuen Methode im Funkwerk Köpenick gemacht worden sind. Er soll mit dazu beitragen, die Einführung der gedruckten Technik in den Betrieben zu beschleunigen. Nur durch gemeinsames Arbeiten und Austausch der gegenseitigen Erfahrung können wir zu neuen und besseren Methoden in unserer Arbeit kommen.

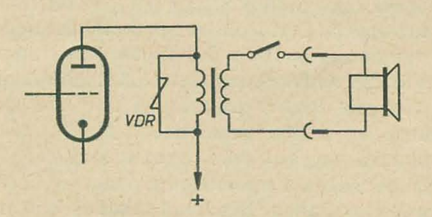
Varistor als Überlastungsschutz in NF-Endstufen

Varistoren sind spannungsabhängige Widerstände ohne Richtwirkung, deren Kennlinien eine nichtlineare Stromspannungscharakteristik besitzen. Leider wird — abgesehen von einigen industriellen Erzeugnissen — in der Praxis noch immer sehr wenig Gebrauch von diesem interessanten Bauelement gemacht. Daß sich hiermit tatsächlich recht vielseitige Möglichkeiten ergeben, soll das folgende Anwendungsbeispiel zeigen.

Bei NF-Endstufen, z. B. von Radiogeräten und normalen Verstärkern, besteht die bekannte Tatsache, daß der Ausgangsübertrager sekundärseitig niemals unbelastet sein soll. Dies würde bewirken, daß der Übertrager primärseitig mit seiner Leerlaufimpedanz, d. h. mit einem weit erhöhten Scheinwiderstand wirksam wird. Da dieser Scheinwiderstand den Arbeitswiderstand der Endröhre darstellt, hängt — zumindest bei den üblicherweise verwendeten Pentoden — die Verstärkung der Endstufe stark hiervon ab. Falls der Trafo sekundärseitig nicht belastet ist, steigt daher die Ausgangswechselspannung an der Primärwicklung stark an. Bereits bei normalem Betrieb können hier Spannungsspitzen bis zu 40 V und mehr auftreten. Am leerlaufenden Trafo kann die Wechselspannung dann unter Umständen den Wert der Anodenspannung weit übersteigen. Das führt dann oftmals zu den bekannten Spannungsdurchschlägen und Schädigungen des Ausgangstrafos.

Hierauf ist besonders zu achten, wenn der sekundärseitig angeschlossene Lautsprecher abschaltbar ist. Es hat sich hierfür eingebürgert, bei dessen Abschaltung einen Ersatzwiderstand im Wert der Lautsprecherimpedanz anzuschalten. Abgesehen von möglichen Schalterstörungen nützt dieses Verfahren jedoch dann nichts, wenn der Lautsprecher über Kabel und Steckverbindung angeschlossen wird, da hierbei immer mit Leitungsunterbrechungen durch Kabelbruch oder losen Steckern zu rechnen ist. Im Bild ist dieser Sachverhalt symbolisch durch den Schalter und die Steckverbindung angedeutet.

Es genügt nun, parallel zur Primärwicklung des Ausgangsübertragers einen Varistor geeigneter Ausführung zu schalten. Für normale Ausgangsschaltungen mit Primärimpedanzen des Ausgangstrafos um 3 ··· 7 kΩ eignet sich hierfür sehr gut der Typ 0,19/200-44 des VEB Keramische Werke Hermsdorf. Es handelt sich dabei um eine dünne, runde Scheibe mit etwa 45 mm Durchmesser, die beidseitig zentral Anschlußdrähte trägt und freitragend direkt an den Trafoanschluß angelötet werden kann. Normalerweise hat dieser Varistor einen relativ hohen Widerstand, so daß er sich in keiner Weise bemerkbar macht. Bei Spannungen ab etwa 70 V sinkt sein Widerstand stark ab (Kennlinienknick), so daß sich an ihm äußerstenfalls ein Spannungsabfall von etwa 80 ··· 85 V bilden kann, den der Übertrager verträgt.



Parallelgeschalteter Varistor als Überlastungsschutz

Da der Varistor praktisch trägheitslos arbeitet, können auch bei leerlaufendem Trafo Spannungsspitzen nicht gefährlich werden. Damit ist ein sicherer und wirkungsvoller Schutz für Trafo und Endröhre gegeben. Selbst bei Unterbrechung der Primärwicklung des Ausgangstrafos — in der normalen Schaltung wird dann die Endröhrenanode spannungslos, wodurch das Schirmgitter den gesamten Strom übernimmt und die Röhre unbrauchbar wird — kann nicht so leicht eine Schädigung der Endröhre auftreten, weil der Anodenstrom dann vom Varistor übernommen wird. Die Anodenspannung liegt in diesem Falle zwar bei etwa 85 V unter der Betriebsspannung, was bei der Endröhre bereits einen gewissen Anstieg des Schirmgitterstromes — besonders, wenn das Schirmgitter direkt an der Betriebsspannung liegt — bewirkt, jedoch kommt es niemals zur völligen Stromübernahme, so daß die Röhre zumindest nicht sofort geschädigt wird. Da ein derartiger Fehler außerdem sofort auffällt und das Gerät dann ausgeschaltet werden kann, ist hierbei kaum mit Röhrenschaden zu rechnen.

Nach der Kennlinie des Varistors wäre theoretisch bei hohen Ausgangsspannungen eine leichte Verzerrung der Ausgangswechselspannung wegen der Nichtlinearität des Varistors zu erwarten. Praktisch ist dieser Einfluß jedoch selbst bei hochwertigen Geräten gehörmäßig nicht festzustellen, zumal auch bei voller Aussteuerung — was selten vorkommt — die Ausgangsspannung noch genügend weit unter dem Kennlinienknick des Varistors bleibt. Praktisch wird durch dieses Bauelement eine echte Begrenzerwirkung ohne nennenswerte zusätzliche Belastung des Ausgangs erzielt. Übrigens kann dieser Effekt durch Wahl eines geeigneten Varistortyps mit niedrigerer Knickspannung bewußt zur Aussteuerungsbegrenzung ausgenutzt werden. Geeignete Varistoren verschiedenster Daten sind vom VEB Keramische Werke Hermsdorf in großer Auswahl lieferbar.

Wie Versuche des Verfassers zeigten, ist dieses relativ preisgünstige Bauelement in allen derartigen Fällen von großem Nutzen, in denen mit einem „Hochlaufen" der Ausgangsspannung infolge nicht starrer Verbindungen oder Umschaltvorgängen gerechnet werden muß. Bei Verwendung geeigneter, nicht zu steiler Endröhren ist es dann sogar — falls für Sonderfälle erwünscht — vertretbar, den Ausgangstrafo selbst über Kabel-Steckverbindung außerhalb des Gerätes unterzubringen, wobei der Varistor natürlich im Gerät parallel zu den Primärausgangsbuchsen des Trafoanschlusses angeordnet werden muß. In diesem Falle empfiehlt es sich jedoch, bei der Erprobung den Schirmgitterstrom der Endröhre bei abgezogenem Ausgangstrafo zu messen. Er darf den tabellenmäßigen Grenzwert nicht wesentlich überschreiten, gegebenenfalls ist dann ein Varistor mit niedrigerer Knickspannung zu verwenden. Beim Abwägen der Kostenfrage ist zu berücksichtigen, daß der Varistor immerhin mit Sicherheit spätere Kosten für Ersatzröhre und Trafo erspart und sich insofern unbedingt lohnt. *H. J.*

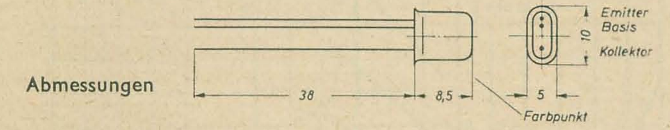
Dipl.-Ing. HANS-JOACHIM HANISCH 5

OC 814 Germanium-pnp-Flächentransistor

Aufbau

Alle Elektroden sind durch Glasdurchführungen gegen das Gehäuse isoliert. Das System ist durch eine Metallkappe gegen äußere Einflüsse geschützt. Die Anschlüsse sind lötfähig.

Abmessungen



Verwendung

Extrem rauscharmer Transistor für Anfangsstufen hochwertiger NF-Vorstufenverstärker.

Kenndaten

Die Kenndaten werden für eine Umgebungstemperatur $T_a = 25\ ^\circ C$ angegeben.

Statische Meßwerte

Kollektorreststrom $(-U_{CB} = 5\ V;\ I_E = 0)$ $-I_{CBO} \leqq 20\ \mu A$
$(-U_{CE} = 5\ V;\ I_B = 0)$ $-I_{CEO} \leqq 350\ \mu A$

Dynamische Meßwerte Meßfrequenz f = 1 kHz

Basisschaltung (Arbeitspunkt $-U_{CB} = 5\ V;\ -I_C = 1\ mA$)

Grenzfrequenz $f_\alpha \geqq 300\ kHz$
Rauschfaktor $F \leqq 5\ dB$

Der Rauschfaktor ist für einen Arbeitspunkt $-U_{CB} = 1\ V$; $-I_C = 0{,}2\ mA$; $f = 1\ kHz$, $\Delta f = 600\ Hz$ und $R_g = 500\ \Omega$ angegeben.

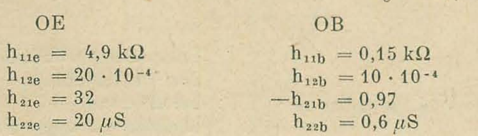
Emitterschaltung (Arbeitspunkt $-U_{CE} = 5\ V;\ -I_C = 1\ mA$)

Eingangswiderstand (Ausgang kurzgeschlossen)	h_{11e}	= 1,6 (1 ··· 3) kΩ
Spannungsrückwirkung (Eingang offen)	h_{12e}	= 8,4 (5 ··· 30) 10^{-4}
Stromverstärkungsfaktor (Ausgang kurzgeschlossen)	h_{21e}	= 41 (20 ··· 100)
Ausgangsleitwert (Eingang offen)	h_{22e}	= 36 (15 ··· 100) µS
maximale Leistungsverstärkung	$G_{pmax\,e}$	= 36 (30 ··· 45) dB

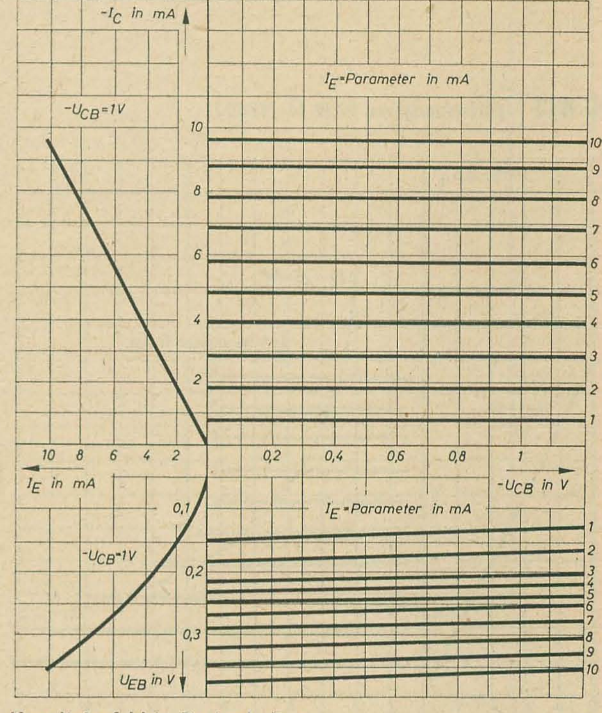
Farbpunktgruppierung wie bei OC 811
radio und fernsehen 11 (1960) S. 339

Mittelwerte der h-Parameter an dem Arbeitspunkt, für den der Rauschfaktor angegeben wird

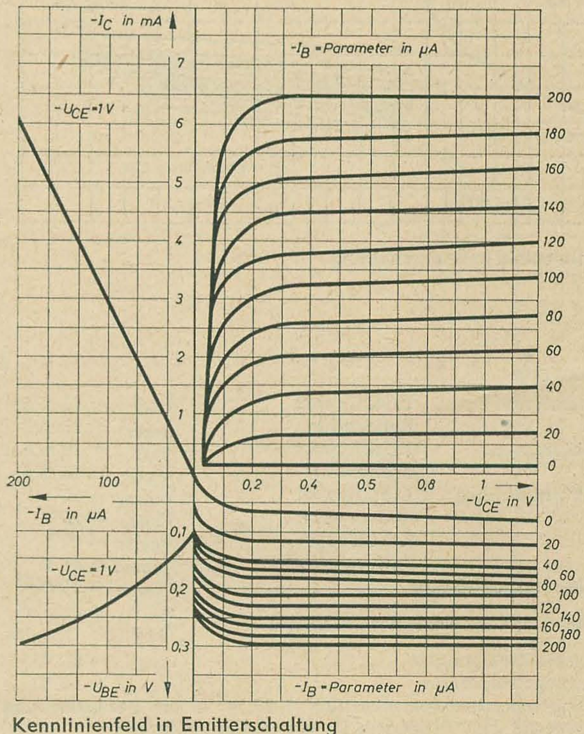
Emitterschaltung (OE): Arbeitspunkt $-U_{CE} = 1\ V$; $-I_C = 0{,}2\ mA$
Basisschaltung (OB): Arbeitspunkt $-U_{CB} = 1\ V$; $-I_C = 0{,}2\ mA$



OE	OB
$h_{11e} = 4{,}9\ k\Omega$	$h_{11b} = 0{,}15\ k\Omega$
$h_{12e} = 20 \cdot 10^{-4}$	$h_{12b} = 10 \cdot 10^{-4}$
$h_{21e} = 32$	$-h_{21b} = 0{,}97$
$h_{22e} = 20\ \mu S$	$h_{22b} = 0{,}6\ \mu S$



Kennlinienfeld in Basisschaltung

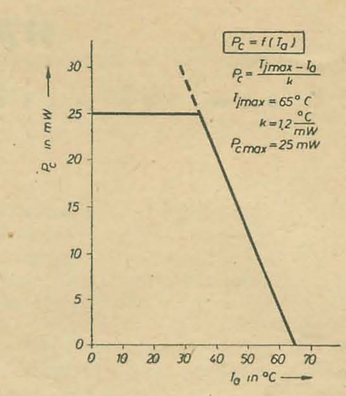


Kennlinienfeld in Emitterschaltung

Grenzwerte

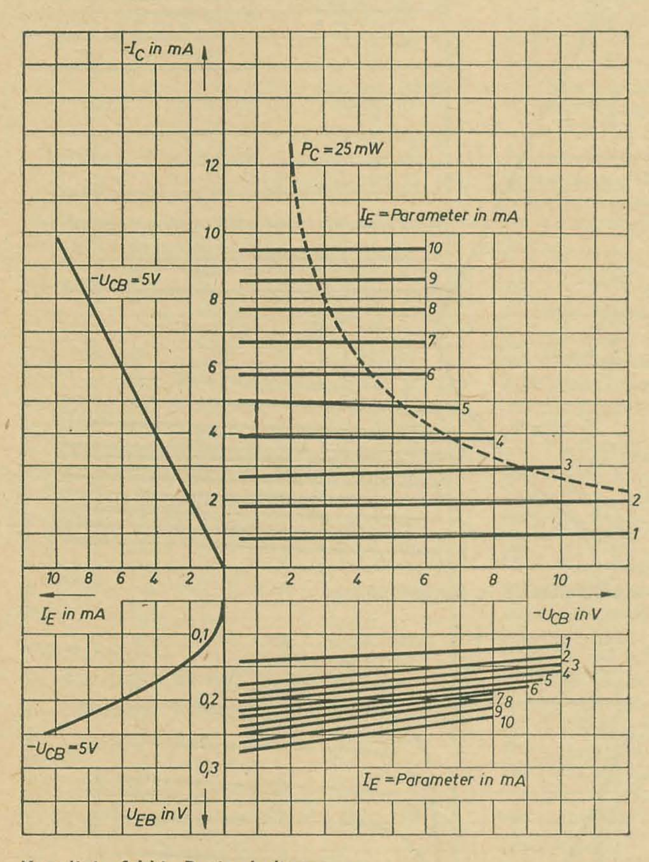
Emitterstrom	Effektivwert	I_{Eeff}	= 5	mA
Kollektorstrom	Effektivwert	$-I_{Ceff}$	= 5	mA
Kollektorspannung	Effektivwert	$-U_{CBeff}$	= 6	V
	Effektivwert	$-U_{CEeff}$	= 6	V
Kollektorverlustleistung		P_{Cmax}	= 25	mW
Wärmewiderstand bei ruhender Luft		k	= 1,2	$\frac{°C}{mW}$
Sperrschichttemperatur		T_{jmax}	= 65	°C
Umgebungstemperatur		T_{amax}	= 45	°C

Bei Umgebungstemperaturen über + 35 °C ist die Verlustleistung entsprechend dem Diagramm $P_C = f(T_a)$ zu reduzieren.

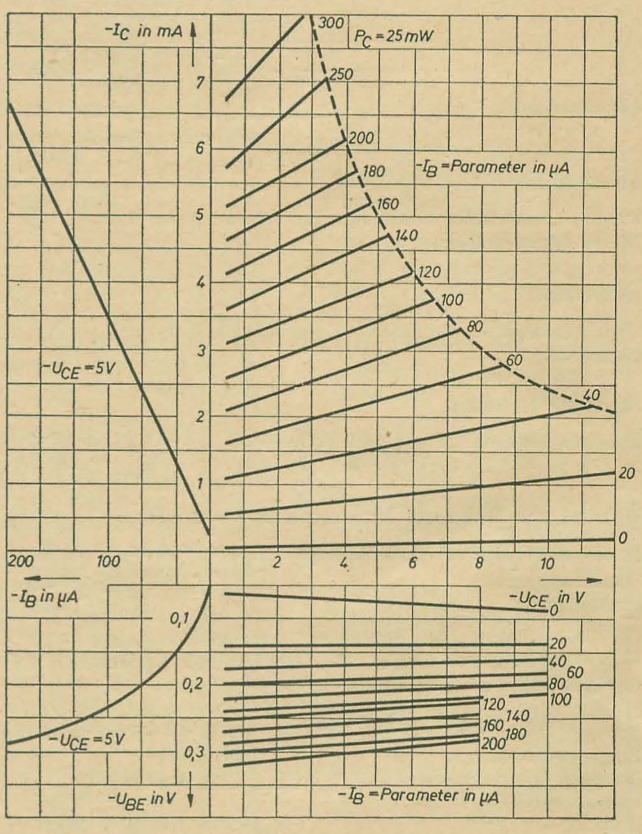


Erforderliche Reduzierung der Verlustleistung bei erhöhter Umgebungstemperatur

OC 813 *Fortsetzung von Heft 11 (1960)*



Kennlinienfeld in Basisschaltung

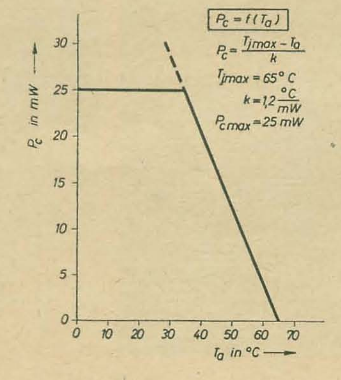


Kennlinienfeld in Emitterschaltung

Grenzwerte

Emitterstrom	Effektivwert	I_{Eeff}	= 10 mA
	Spitzenwert	I_{Emax}	= 15 mA
Kollektorstrom	Effektivwert	$-I_{Ceff}$	= 10 mA
	Spitzenwert	$-I_{Cmax}$	= 15 mA
Kollektorspannung	Effektivwert	$-U_{CBeff}$	= 15 V
	Spitzenwert	$-U_{CBmax}$	= 25 V
	Effektivwert	$-U_{CEeff}$	= 10 V
	Spitzenwert	$-U_{CEmax}$	= 20 V
Kollektorverlustleistung		P_{Cmax}	= 25 mW
Wärmewiderstand bei ruhender Luft		k	= 1,2 $\frac{°C}{mW}$
Sperrschichttemperatur		T_{jmax}	= 65 °C
Umgebungstemperatur		T_{amax}	= 45 °C

Bei Umgebungstemperaturen über + 35 °C ist die Verlustleistung entsprechend dem Diagramm $P_C = f(T_a)$ zu reduzieren



Erforderliche Reduzierung der Verlustleistung bei erhöhter Umgebungstemperatur

Ing. MANFRED PULVERS

Arbeitspunkteinstellung mit dem Vorwiderstand R_1 (Bild 39)

Die nachfolgenden Ableitungen beziehen sich auf die Bilder 38, 39 und 40 in radio und fernsehen 10 (1960) S. 308. Mit der Wahl des Arbeitspunktes A bzw. A' (Bild 38) sind die zur Berechnung von R_1 nötigen Spannungen (U_B, U_{CE}, U_{BE}) und Ströme (I_C, I_B) bekannt. (Auf die Vorzeichenvereinbarung der Transistorströme sei hier verzichtet, da diese die einfachen Ableitungen erschweren würde.)

Somit ist

$$U_B = I_E \cdot R_E + U_{BE} + I_1 \cdot R_1,$$
$$I_E = I_C + I_B,$$
$$I_1 = I_B,$$
$$U_B = (I_C + I_B) \cdot R_E + U_{BE} + I_B \cdot R_1,$$
$$R_1 = \frac{U_B - U_{BE}}{I_B} - R_E\left(\frac{I_C}{I_B} + 1\right). \quad (3)$$

Für den Fall $R_E = 0$ ergibt sich:

$$R_1 = \frac{U_B - U_{BE}}{I_B}. \quad (4)$$

Beispiel: Der im Kollektorkreis wirksame Lastwiderstand R_L sei 1,6 kΩ und $R_E = 0$. Aus dem Kennlinienfeld nach Bild 38 erhält man die folgenden Werte:

$I_C = 2{,}5$ mA; $U_{CE} = 6$ V; $I_B = 0{,}05$ mA

und

$$U_{BE} = 175 \text{ mV}.$$

Die erforderliche Speisespannung errechnet sich nach Gleichung (1)

$$U_B = 6 + 2{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}6 \cdot 10^3 = 10 \text{ V},$$

und der erforderliche Vorwiderstand nach der Gleichung (4)

$$R_1 = \frac{10 - 0{,}175}{0{,}05} 10^3 \approx 200 \text{ k}\Omega.$$

Arbeitspunkteinstellung mit den Spannungsteilerwiderständen R_1 und R_2 (Bild 40)

Unter den gleichen Voraussetzungen ist für die Ermittlung von R_1 und R_2 anzusetzen:

$$I_1 = I_2 + I_B \quad (5); \quad I_2 = \frac{U_{BE} + U_{RE}}{R_2}, \quad (6)$$

$$U_{RE} = I_E \cdot R_E = (I_C + I_B) R_E. \quad (7)$$

Ferner ist

$$U_B = U_{RE} + U_{BE} + I_1 \cdot R_1,$$
$$U_B = R_E (I_C + I_B) + U_{BE} + R_1\left(\frac{U_{BE} + U_{RE}}{R_2} + I_B\right).$$
$$U_B - U_{BE} - R_E (I_C + I_B) = \frac{R_1}{R_2}[U_{BE} + R_E (I_C + I_B) + I_B \cdot R_2],$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{U_B - U_{BE} - R_E (I_C + I_B)}{U_{BE} + I_B \cdot R_2 + R_E (I_C + I_B)}. \quad (8)$$

Für den Fall $R_E = 0$ ist

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{U_B - U_{BE}}{U_{BE} + I_B \cdot R_2}. \quad (9)$$

Nach den Gleichungen (8) und (9) ist der Spannungsteiler noch nicht eindeutig festgelegt, sondern lediglich das Verhältnis R_1/R_2. Wie hoch- oder niederohmig man den Spannungsteiler macht, hängt von mehreren Faktoren ab. Es empfiehlt sich, den Gesamtwiderstand $R_1 + R_2$ derart zu wählen, daß der von ihm aufgenommene Querstrom ein Mehrfaches vom Basisstrom I_B ist. Allerdings kann man $R_1 + R_2$ nicht beliebig klein machen, da die Speisespannung, sowie die auf den Eingang arbeitende Steuerspannungsquelle entsprechend stark belastet wird.

Beispiel: Es seien die gleichen Werte, wie im vorhergehenden Beispiel angenommen und R_2 mit 5 kΩ gewählt, somit wird nach Gleichung (9)

$$R_1 = 5 \cdot 10^3 \frac{10 - 0{,}175}{0{,}175 + 0{,}05 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^3} \approx 115 \text{ k}\Omega.$$

Liegt im Emitterkreis ein Widerstand von beispielsweise $R_E = 800\ \Omega$, so muß die Speisespannung entsprechend den am Emitterwiderstand abfallenden Spannungsabfall erhöht werden. Nach Gleichung (2) wird

$$U_B = 2{,}55 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}8 \cdot 10^3 + 6 + 2{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}6 \cdot 10^3 \approx 12 \text{ V}.$$

Wählt man $R_2 = 10$ kΩ, so wird nach Gleichung (8)

$$R_1 = 10 \cdot 10^3 \frac{12 - 0{,}175 - 2}{0{,}175 + 0{,}05 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^3 + 2} \approx 35 \text{ k}\Omega.$$

Transistorersatzschaltungen für die Verstärkung kleiner Signale

Bei der Diskussion der statischen Transistorkennlinien wurde bereits kurz auf die Kenngrößen und deren Bedeutung hingewiesen. Diese Kenngrößen, die sich aus bestimmten extremen Verhältnissen, wie z. B. ausgangsseitiger Kurzschluß und eingangsseitiger Leerlauf ergeben, sagen zunächst noch nichts Genaues über die praktischen Betriebsverhältnisse einer Transistorstufe aus. Mit Hilfe der Kenngrößen lassen sich jedoch die Betriebsgrößen verhältnismäßig leicht berechnen. Die für die Ermittlung der Betriebsgrößen nötigen mathematischen Ableitungen ergeben sich aus Schaltungen, aus denen das Zusammenspiel der Kenngrößen hervorgeht. Diese „Ersatzschaltungen", die nach außen hin den Transistor in seinen elektrischen Eigenschaften nachbilden, sind stets aus linearen Elementen, wie Wirk- und Blindwiderständen, sowie Strom- und Spannungsquellen zusammengesetzt. Der Transistor kann durch eine Ersatzschaltung deshalb nur so weit nachgebildet werden; als dieser sich als lineares Element auffassen läßt. Das Ersatzschaltbild stellt demnach das Wechselstromverhalten eines Transistors unter gewissen Einschränkungen dar.

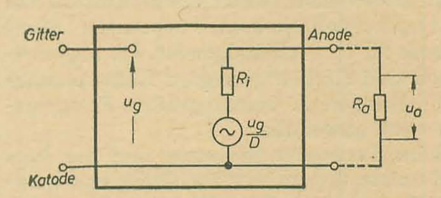


Bild 41: Röhren-Spannungsersatzschaltbild

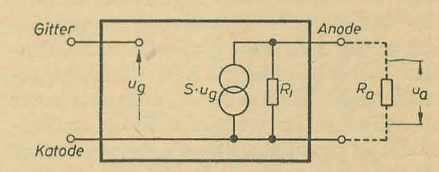


Bild 42: Röhren-Stromersatzschaltbild

Ersatzschaltungen als Hilfsmittel zur einfachen Berechnung der Betriebsverhältnisse werden in der gesamten Elektrotechnik angewendet. In der Röhrentechnik wird vergleichsweise das im Bild 41 gezeigte Spannungsersatzschaltbild, sowie auch das Stromersatzschaltbild nach Bild 42 angewendet. Beide Ersatzschaltungen, die die Arbeitsweise einer Röhre nachbilden, sind vollkommen gleichwertig und unterscheiden sich lediglich in der Darstellung des Generators als Leerlauf-Spannungsquelle, oder als Kurzschluß-Stromquelle. Da bei der Röhre im Normalfall kein Gitterstrom fließt, ist in beiden Darstellungen der Gitterstromkreis (Eingangskreis) offen.

Nach Bild 41 kann man sich die Röhre als Wechselspannungsquelle mit der Spannung u_g/D und dem in Reihe liegenden Innenwiderstand R_i vorstellen. Liegt im Außenkreis der Röhre ein Arbeitswiderstand R_a, so erhält man den Anodenstrom

$$i_a = \frac{u_g}{D} \cdot \frac{1}{R_i + R_a}$$

und die Spannung

$$u_a = \frac{u_g}{D} \cdot \frac{R_a}{R_i + R_a}.$$

Nach dem Stromersatzschaltbild (Bild 42) kann man sich eine Röhre auch als Wechselstromquelle mit dem Strom $S \cdot u_g$ und dem parallelen Innenwiderstand R_i vorstellen. Hiernach ergibt sich der Anodenstrom

$$i_a = S \cdot u_g \frac{R_i}{R_i + R_a}$$

und die Spannung

$$u_a = S \cdot u_g \frac{R_i \cdot R_a}{R_i + R_a}.$$

In beiden Fällen können demnach die Betriebsverhältnisse einer Röhrenstufe — siehe auch Bild 43 — durch die Röhrenkennwerte Durchgriff D, Steilheit S und Innenwiderstand R_i berechnet werden. Nach der inneren Röhrengleichung

$$S \cdot D \cdot R_i = 1$$

läßt sich leicht die Gleichwertigkeit des Betriebsverhaltens beider Fälle beweisen. Beide Ersatzschaltbilder sind einfach und übersichtlich und haben Gültigkeit bis zu relativ hohen Frequenzen. Eine Erweiterung der Ersatzschaltung durch die Schaltungs- und Elektrodenkapazitäten ist erforderlich, wenn deren Einfluß bei entsprechend hohen Frequenzen nicht mehr zu vernachlässigen ist. Im allgemeinen sind die hier gezeigten Röhrenersatzschaltungen in einem großen Frequenzbereich anwendbar.

Beim Transistor hingegen sind die Verhältnisse viel unübersichtlicher und komplizierter, da das Transistorverhalten durch eine Vielzahl physikalischer Vorgänge bestimmt wird. Ein Ersatzschaltbild, das für einen großen Frequenzbereich gültig sein soll, muß alle diese Einflüsse berücksichtigen und dementsprechend viele Elemente in konzentrierter und teilweise in verteilter Form enthalten. Da es praktisch keine Grenze für eine immer weiter gehende Verfeinerung eines Transistor-Ersatzschaltbildes gibt, sollen für die folgenden Überlegungen idealisierte Verhältnisse vorausgesetzt werden.

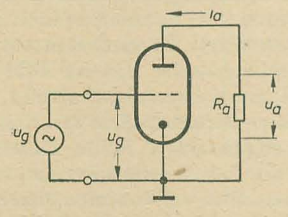


Bild 43: Grundsätzliches Schaltbild einer Röhren-Verstärkerstufe

Das physikalische Transistor-Ersatzschaltbild

Die in den Bildern 44 und 45 gezeigten Ersatzschaltbilder bilden das physikalische Verhalten eines Transistors unter idealisierten Verhältnissen nach. Ausgehend vom Bild 44 werden der Übersichtlichkeit halber zunächst nur die Elemente behandelt, die nicht zum „inneren Transistor" gehören. Zwischen den äußeren Anschlüssen Emitter E, Kollektor C und Basis B des Transistors, sind die Kapazitäten C_{ce}, C_{eb} und C_{cb} wirksam. Diese sind jedoch in der Regel sehr klein, so daß sie erst bei sehr hohen Frequenzen in Erscheinung treten und deshalb meist ver-

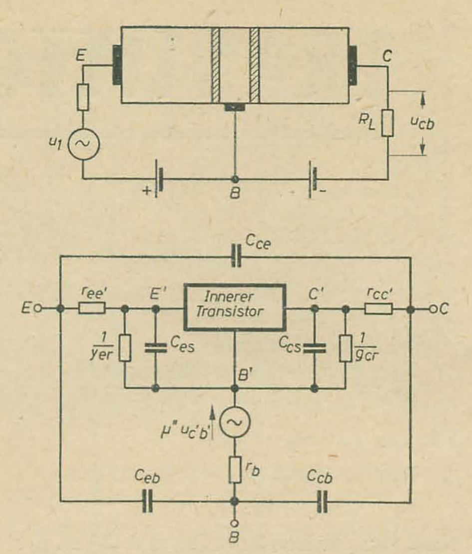


Bild 44: Physikalisches Transistor-Ersatzschaltbild

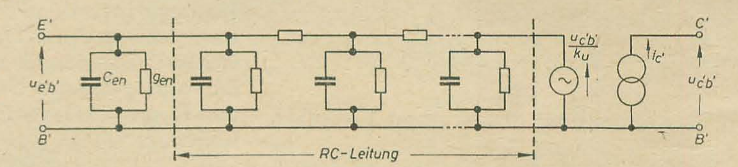
nachlässigt werden können. Von den äußeren Anschlüssen fließen Ströme in den Transistor, die in den einzelnen Gebieten Widerstände überwinden müssen, bevor sie zu den Sperrschichten gelangen. Diese Widerstände werden als „Bahnwiderstände" bezeichnet, so daß man sich im Emittergebiet einen Emitterbahnwiderstand r_{ee}', im Kollektorgebiet einen Kollektorbahnwiderstand r_{cc}' und im Basisgebiet den Basisbahnwiderstand r_b vorstellen kann. Diese drei Bahnwiderstände liegen demnach im Ersatzschaltbild zwischen den äußeren Anschlüssen und den inneren nicht zugängigen Punkten, die man mit E' B' und C' bezeichnet. Von diesen Bahnwiderständen ist im allgemeinen nur der Basiswiderstand, der durch die sehr dünne Basisschicht, deren stofflichen Beschaffenheit und geometrischen Form bestimmt wird, von Bedeutung. Streng genommen ist der Basiswiderstand nicht immer als ein konzentriertes Element anzusehen. Da die Basisschichtdicke von der jeweils wirksamen Kollektorspannung bestimmt wird, liegt außerdem noch eine Abhängigkeit des Basiswiderstandes von der Kollektorspannung vor. Diesen Vorgang kann man jedoch im Ersatzschaltbild dadurch berücksichtigen, indem man für den Basiswiderstand einen mittleren Wert annimmt und in Reihe zu diesem eine gesteuerte Spannungsquelle schaltet, die von der an der Kollektorsperrschicht wirksamen Spannung $u_c{'}_b{'}$ abhängt. Die Spannungsquelle μ'' $u_c{'}_b{'}$ gibt demnach die Änderung des Basisbahnwiderstandes, hervorgerufen durch $u_c{'}_b{'}$, an.

Die Wirkung des Reststromes, der über die Kollektorsperrschicht fließt, wird durch den differentiellen Kollektorrestleitwert g_{cr} zum Ausdruck gebracht. Dieser Leitwert ergibt sich aus der Stromspannungskennlinie des Kollektorreststromes. Ferner ist zwischen den inneren Anschlüssen E' und B' ein Leitwert y_{er} eingezeichnet, der gewisse Nebeneffekte berücksichtigen soll, auf die hier nicht näher eingegangen wird. Da in den beiden Sperrschichten mehr oder weniger starke elektrische Felder auftreten und die Übergangszonen an Ladungsträgern verarmt sind, kann man sich die Sperrschichten ihrer Wirkung entsprechend wie Plattenkondensatoren vorstellen. Dieser Effekt wird im Ersatzschaltbild durch die beiden Sperrschichtkapazitäten C_{es} und C_{cs}, die an der Sperrschicht Emitter-Basis und Kollektor-Basis wirksam sind, berücksichtigt.

Damit sind alle Elemente, die nicht zum inneren Transistor gehören erklärt und begründet.

Das Ersatzschaltbild des inneren Transistors (Bild 45) mit den Anschlußpunkten E', B' und C' hat hauptsächlich die Vorgänge im Basisgebiet nachzubilden. In dieses Gebiet strömen vom Emitter kommend Minoritätsträger ein, die zum Teil in der Basis rekombinieren, größtenteils jedoch zur Kollektorschicht diffundieren und vom Kollektor abgesaugt werden. Nach Bild 23 [in radio und fernsehen 2 (1960) S. 52] nimmt die Minoritätsträgerkonzentration im Basisgebiet vom Emitter zum Kollektor ab. Der aus Minoritätsträgern bestehende Diffusionsstrom ist an jeder Stelle proportional dem Konzentrationsgradient. Im stationären Zustand ist im Basisgebiet demnach immer eine bestimmte aus Minoritätsträgern bestehende Ladung vorhanden. Dieser Vorgang kann als eine Art Speicherung aufgefaßt werden. Ändert sich die Minoritätsträgerkonzentration infolge einer Spannungsänderung zwischen Emitter und Basis, so ist damit eine Änderung des Diffusionsstromes verbunden. Geht man von der Änderung des Diffusionsstromes am emitterseitigen Anfang der Basisschicht aus, so tritt diese am kollektorseitigen Ende immer etwas verspätet ein. Die zeitliche Verschiebung wird um so größer, je schneller die Änderung des Diffusionsstromes an der Emittersperrschicht vor sich geht. Ein Eingangssignal benötigt somit eine gewisse Laufzeit, um durch die Basisschicht zum Kollektor zu gelangen. Den Diffusionsvorgang in der Basisschicht kann man im Ersatzschaltbild durch eine Leitung bestehend aus Längswiderständen und Querkondensatoren darstellen. Die letztgenannten spielen als „Diffusionskapazität" bei der praktischen Anwendung eine entscheidende Rolle. Im Ersatzschaltbild des inneren Transistors (Bild 45) ist diese RC-Leitung angegeben, jedoch fehlt noch eine Erklärung für die im Bild dargestellten Querwiderstände, die parallel zur Querkapazität liegen.

Bild 45: Ersatzschaltbild des inneren Transistors



Wird fortgesetzt

Neue Tantal-Elektrolytkondensatoren für große Temperaturbereiche

Tabelle 1: Nennkapazität von Tantalkondensatoren bei den angegebenen Nennspannungen

U in V	$C_{nom.}$ in μF	
	ЭТО-1	ЭТО-2
6	80	1000
15	50	400
25	30	300
50	20	200
70	15	150
90	10	100

Tabelle 2: Verringerung der zulässigen Nennspannung am Kondensator mit steigender Temperatur

$C_{nom.}$ in μF		Zulässige Spannung in V bei der Temperatur in °C	
ЭТО-1	ЭТО-2	+70 ··· +100	+100 ··· +150
80	1000	4	3
50	400	10	7
30	300	15	10
20	200	30	20
15	150	50	30
10	100	70	50

Tabelle 3: Zulässige Amplitude der Wechselspannungskomponente der Arbeitsspannung für die angegebene Frequenz in %

U in V	100 Hz		50 Hz	
	ЭТО-1	ЭТО-2	ЭТО-1	ЭТО-2
6 ··· 25	12	6	20	10
50 ··· 90	6	2,5	10	5

Tabelle 4: Leckströme bei der angegebenen Temperatur in μA

U in V	+20 °C		+150 °C	
	ЭТО-1	ЭТО-2	ЭТО-1	ЭТО-2
6 ··· 25	2	20	15	150
50 ··· 90	3	30	50	500

Tabelle 5: Verlustfaktor bei angegebener Temperatur in %

U in V	+20 °C		+150° C	
	ЭТО-1	ЭТО-2	ЭТО-1	ЭТО-2
15 ··· 25	20	30	100	120
50 ··· 90	10	15	70	85

Bei Elektrolytkondensatoren dient als Dielektrikum eine Oxydschicht, die zwischen Elektrode und Elektrolyt gebildet wird. Bei den bisher bekannten Elektrolytkondensatoren war die Elektrode eine Aluminiumfolie und das Elektrolyt eine Boratlösung. Da die Aluminium-Elektrolytkondensatoren hinsichtlich ihres Temperaturverhaltens gewisse Nachteile und außerdem ein relativ großes Volumen besitzen, ist man im Zuge der Entwicklung zum Tantal-Elektrolytkondensator gekommen. Die Dielektrizitätskonstante des Tantaloxyds liegt um etwa 20% höher als bei Aluminium. Die Isolationsschicht besitzt außerdem eine höhere Durchschlagsfestigkeit, so daß die Kondensatoren kleiner werden.

In der Sowjetunion sind in neuerer Zeit Tantal-Sinterkondensatoren entwickelt und gefertigt worden. In diesen Kondensatoren befindet sich anstelle der Aluminiumfolie ein gesinterter Zylinder aus Tantal. Auf Grund der durch den Sinterprozeß entstandenen Poren hat dieser Zylinder eine große Oberfläche. Als zweite Elektrode wird Silber verwandt, als Elektrolyt Schwefelsäure. Die Isolation der beiden Elektroden voneinander besteht aus einem Teflonisolator oder Silikongummi. Die sowjetische Industrie stellt Sinterkondensatoren der Serie ЭТО-1 und ЭТО-2 her. Sie unterscheiden sich in Kapazität und Abmessungen.

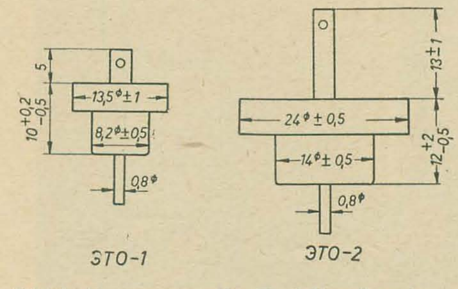


Bild 1: Abmessungen der Tantalkondensatoren

Bild 1 zeigt die äußere Form mit den wichtigsten Maßen. In Tabelle 1 sind die Nennspannungen und möglichen Kapazitäten angegeben. Die Temperaturgrenzen für den Einsatz der Tantalkondensatoren liegen bei —60 bis +150 °C. Im Falle einer Anwendung der Kondensatoren des Typs ЭТО bei Temperaturen oberhalb +70 °C muß die angelegte Spannung auf die in Tabelle 2 angegebenen Werte reduziert werden. Die Tantalkondensatoren sind wie alle anderen Elektrolytkondensatoren polarisiert und dürfen nur in Gleichstromkreisen oder in Kreisen mit kleiner überlagerter Wechselspannung eingesetzt werden. Tabelle 3 zeigt die maximale Größe der überlagerten Wechselspannung. Tantalkondensatoren besitzen auch bei hohen Temperaturen kleine Leckströme. Vom Herstellerwerk werden die in Tabelle 4 gegebenen Werte für den maximalen Leckstrom garantiert. In der Praxis liegen die Leckströme fast immer unter den Tabellenwerten, wie Serienmessungen ergaben. Man kann bei Bedarf die Leckströme dadurch verringern, daß man eine geringere Spannung an die Tantalkondensatoren anlegt. Bei einer Herabsetzung der Arbeitsspannung auf die halbe Nennspannung verkleinert sich der Leckstrom um den Faktor 5 ··· 20.

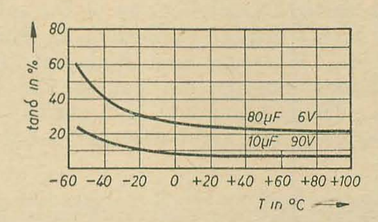


Bild 2: Verlustfaktor als Funktion der Temperatur

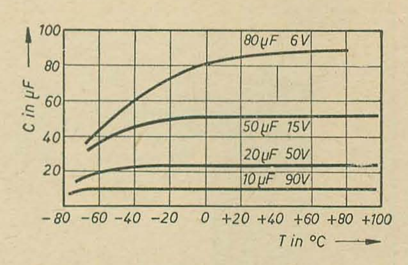
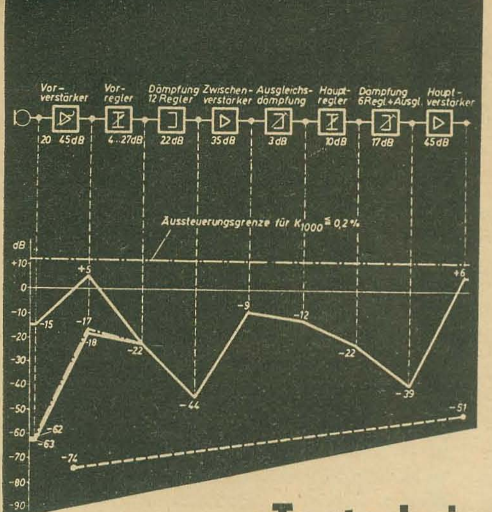


Bild 3: Kapazität als Funktion der Temperatur

Ein weiterer wichtiger Faktor beim Einsatz des Kondensators ist sein Verlustwinkel tan δ. Bei einer Meßfrequenz von 50 Hz soll der Verlustfaktor innerhalb einer bestimmten Grenze liegen (Tabelle 5). Es muß bemerkt werden, daß der Verlustfaktor mit steigender Frequenz gleichfalls ansteigt. Im Bild 2 sind Kurven für die Veränderung des Verlustfaktors in Abhängigkeit von der Temperatur für zwei Kondensatoren mit verschiedener Kapazität angegeben. Eine Abhängigkeit des Verlustfaktors von der angelegten Gleichspannung besteht praktisch nicht. Die Abhängigkeit der Kapazität der Kondensatoren von der Temperatur zeigt Bild 3. Es ergibt sich, daß die kleineren Kapazitäten stabiler als die großen sind. Eine Abhängigkeit der Kapazität von der angelegten Spannung besteht ebenfalls nicht.

Bearbeitet von Dipl.-Phys. Hans-Joachim Fischer



WERNER LUFT

Tontechnische Einrichtungen moderner Rundfunkstudios (4)

Regieräume und Studios für Musik

Durch die Kriegseinwirkung erschien es in den meisten europäischen Staaten notwendig, neue Musikstudios aufzubauen oder wiederherzustellen, so z. B., außer den bereits erwähnten Bauten, in Bukarest [17], Warschau und Budapest [18]. Außerdem mußten die Bauten, die vor dem Krieg begonnen und durch die Kriegsereignisse nicht weitergebaut wurden, nach 1945 fertiggestellt werden, unter anderen in Kopenhagen (Bild 41) und in Oslo [19]. Die angeführte Literatur enthält eine große Anzahl Bilder.

Bei den großen Musikstudios unterscheidet man zwischen zwei Typen und bezeichnet diese vielfach als „Großer Sendesaal". Der erste Typ findet nur als Produktionsstudio Verwendung, da in ihm nur eine geringe Zahl der Zuhörer Platz findet. Zu diesem Typ [20, 21] gehört der Saal 1 im Funkhaus Berlin-Oberschöneweide (Bild 40) und das Studio 10 in Hamburg. Im anderen Typ [22, 23] können neben der Musikproduktion auch öffentliche Veranstaltungen durchgeführt werden. Die großen Sendesäle in Frankfurt/Main, in Köln (Bild 39) und in Turin sind nach diesem Schema aufgebaut. In Moskau wurde das Haus für Schallaufnahmen geschaffen, das als Produktionszentrum dient und mehrere Musikstudios verschiedener Größen beinhaltet. Weitere Musikstudios mittlerer Größe wurden, außer in den bereits genannten Funkhäusern, in Pilsen/CSR [24], Leipzig, Kaiserslautern, Weimar, Karlsruhe, Klagenfurt usw. gebaut. Bezüglich der Zuordnung der Regie- und Aufnahmeräume zu den Musikstudios gibt es die verschiedensten Ausführungen und Auffassungen.

Einige typische Ausführungsarten zeigt in vereinfachter Darstellung Bild 42. Bei den großen Musikstudios in Berlin-Oberschöneweide, Frankfurt/Main und Köln liegen die Regieräume nicht auf gleicher Höhe mit dem Studio, obwohl sie sich in ihrer Aufgabenstellung teilweise unterscheiden. Der Grund dafür ist vielfach die bessere Sicht vom Regieraum auf das Studio. Des weiteren unterscheidet sich bei den drei angeführten Studios der Ort der Aufnahme. In den Berliner Studios sind die Magnettonanlagen im Regieraum

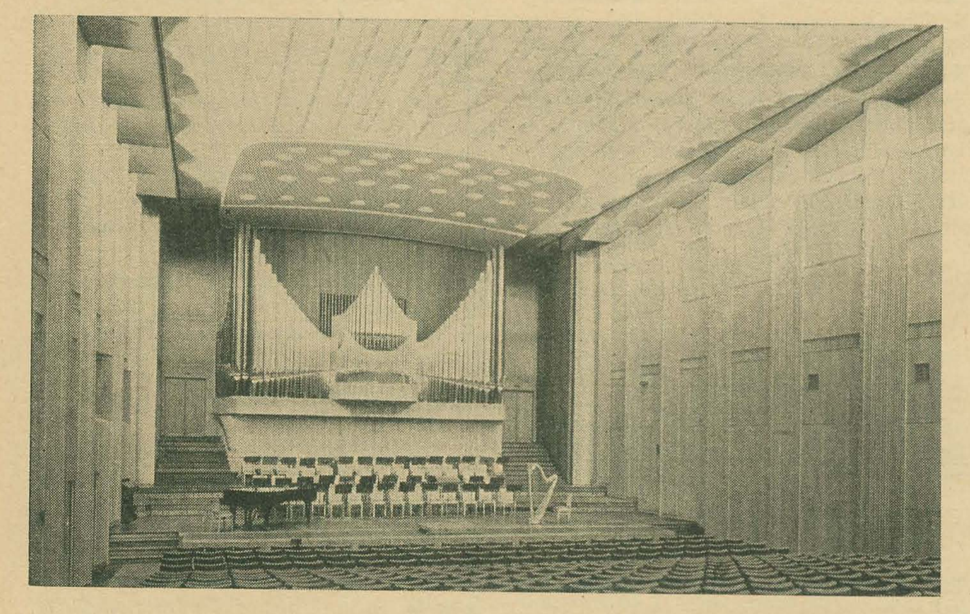


Bild 39: Sendesaal 1 Köln

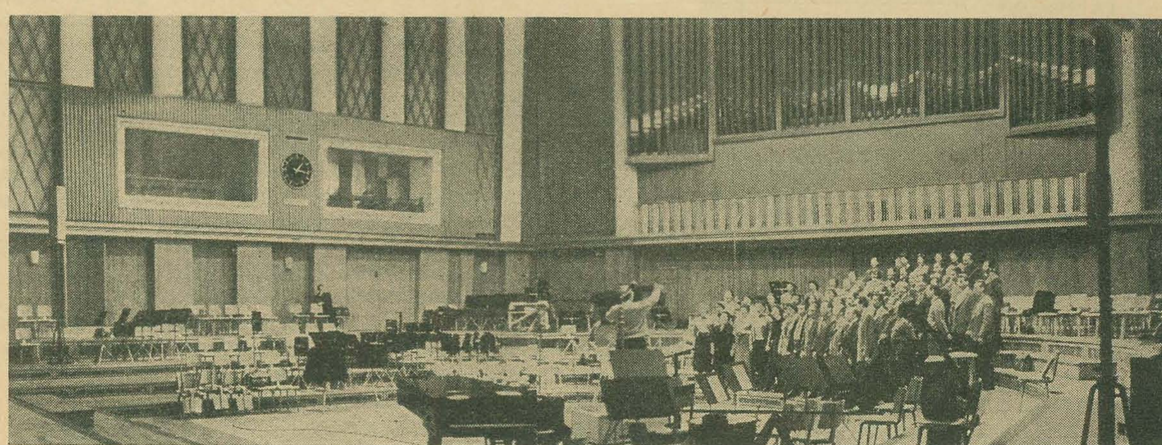
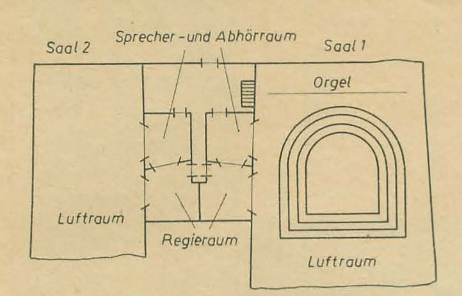
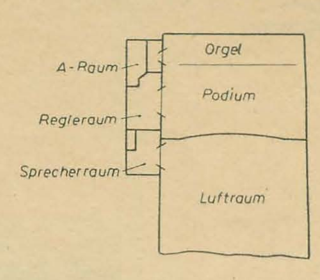


Bild 40: Sendesaal 1 des Funkhauses Berlin-Oberschöneweide

Funkhaus Berlin-Oberschöneweide



Funkhaus Köln, Sendesaal



Funkhaus Frankfurt (Main) Sendesaal 1

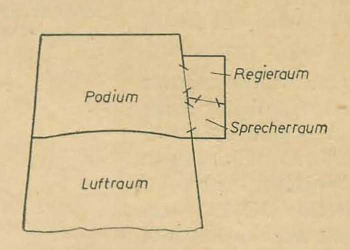
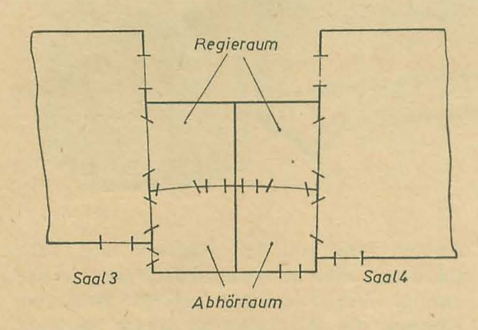


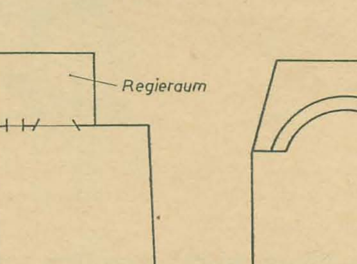
Bild 42: Zuordnung der Regie- und Aufnahmeräume zu großen Musikstudios

Bild 43: Zuordnung der Regie- und Aufnahmeräume zu mittleren Musikstudios ▼

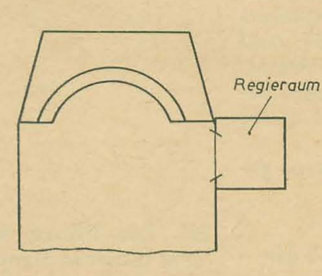
Funkhaus Berlin-Oberschöneweide



Funkhaus Prag I



Studio Genf



Funkhaus Baden-Baden

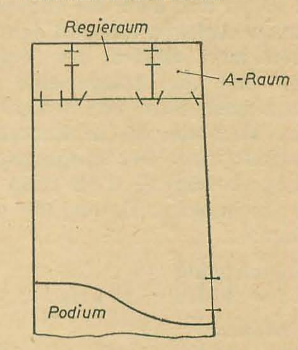




Bild 41: Sendesaal Kopenhagen

untergebracht, während in Köln die Aufnahme im A-Raum erfolgt, der neben dem Regieraum liegt. Alle drei besitzen außerdem noch einen Sprecherraum. Im Funkhaus Berlin-Oberschöneweide ist der Raum hauptsächlich als Abhörraum ausgebildet, obwohl er einen Sprechertisch mit versenkbarer Einrichtung besitzt. Weiterhin weisen diese drei großen Säle moderne, vom Regieraum aus steuerbare Mikrofonwindenanlagen auf. In den mittleren Musikstudios liegen in vielen Fällen die Regie- und Aufnahmeräume auf gleicher Höhe mit dem Studio, so z. B. im Funkhaus Prag I, in den Sälen 3 und 4 im Berliner Funkhaus, im Studio 1 in Baden-Baden, Genf usw. Bild 43 zeigt einige dieser Studiogrundrisse und die Lage der Regie- und Aufnahmeräume. Die Institute des Ministeriums für Nachrichtenwesen der UdSSR entwickelten vor einigen Jahren für die verschiedenen Aufgaben der Tonstudiotechnik einheitliche Anlagentypen, die eine großzügige Erweiterung des Rundfunks in der Sowjetunion ermöglichten. Bild 44 zeigt ein vereinfacht dargestelltes Blockschaltbild des Typs STU-1, der in Musikstudios und Konzertsälen Verwendung findet. Bild 45 zeigt den Regietisch und den Stromversorgungsschrank. Die Verstärker und die Kontrolleinrichtung sind in Form einzelner abnehmbarer Blocks ausgeführt und im Regietisch untergebracht, während sich die Anlagen der Stromversorgung in einem Gestellschrank befinden. Die Anlage ist für sechs Mikrofonkanäle und zwei Kanäle zum Anschluß von Übertragungsleitungen oder Magnet- und Nadeltonanlagen ausgelegt. Die ersten fünf Mikrofonkanäle sind mit einem Hauptregler zusammengefaßt, der sechste Mikrofonkanal dagegen wird direkt mit den Leitungskanälen an die Hauptverstärker angeschlossen. Von diesem Knotenpunkt aus bestehen zwei unabhängige Wege, deren Ausgangspegel, wie bei allen sowjetischen Anlagen, + 17 dB (≈ 5,5 V) betragen. Als weitere technische Daten wurden in einer Veröffentlichung [25] genannt:

Frequenzgang

bei f = 50 Hz ··· 10 kHz: < ± 1,0 dB
bei f = 30 Hz ··· 15 kHz: < ± 1,5 dB

Klirrfaktor

bei f = 30 Hz ··· 100 Hz: ≦ 1,0%
bei f = 100 Hz ··· 15 kHz: ≦ 0,7%

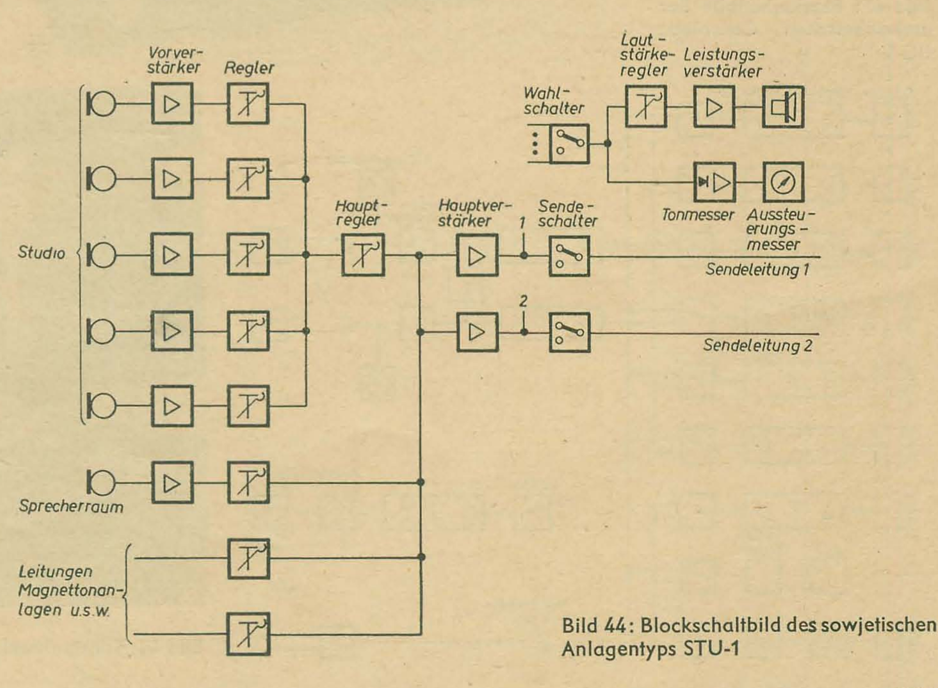


Bild 44: Blockschaltbild des sowjetischen Anlagentyps STU-1

Geräuschpegel:
— 120 dB am Ausgang des Mikrofons.

Als Aussteuerungsmesser wird ein in dB geeichter Spitzenwertanzeiger verwendet.

Die große Anzahl von Rundfunkstationen in den USA, die auf kommerzieller Basis arbeiten, zwang die dortige Industrie verschiedene Typen von Tonstudioanlagen zu entwickeln, deren typischer Vertreter die im Bild 46 dargestellte BC-6 Consolette ist. Das vereinfachte Blockschaltbild zeigt Bild 47. Die gesamte Einrichtung ist in ein Gehäuse eingebaut, das sich auf dem Regietisch befindet. Besonders auffallend bei dieser und auch bei anderen amerikanischen Anlagen ist, daß der Regler zwischen zwei Stufen des Vorverstärkers liegt und die Anlage eine große Zahl von Umschaltern im Sendeweg besitzt. Eine Methode, die in Europa kaum angewandt wird. Der Ausgangspegel dieser Anlage beträgt + 6 dB (1,55 V).

Als technische Daten [26] werden genannt:

Frequenzgang
bei $f = 30$ Hz ··· 15 kHz: $< \pm 1{,}5$ dB

Klirrfaktor
bei $f = 30$ Hz: $< 0{,}75\%$
bei $f = 50$ Hz ··· 15 kHz: $< 0{,}5\%$

Fremdpegel
bei $P_{Ausg} = +18$ dB: -68 dB

Die Aussteuerung geschieht nicht mit einem Spitzenwertanzeiger, sondern wie auch in England üblich, mit einem Volumenanzeiger.

Bevor von einigen deutschen Anlagen berichtet wird, soll noch von einem neuen Anlagentyp berichtet werden, der in den letzten Jahren in der CSR entwickelt wurde und im Funkhaus Prag I eingesetzt ist. Das Prinzip weicht wesentlich von dem bisher in Deutschland angewendeten ab. Auf Grund eingehender Untersuchungen im Forschungsinstitut des Rundfunks der CSR, über die zur Zeit in den Studios der verschiedenen Länder angewendeten Systeme, über den Arbeitsablauf bei Sendungen, über die Produktion und dem Wunsch nach Verkleinerung entstand die Anlage nach Bild 48. Der Regieplatz ist eine Einheit, die Verstärker und Regler sowie die erforderlichen Schaltelemente zusammenfaßt. In den Ein- und Ausgängen dieses Regieplatzes liegen Transformatoren als Impedanzwandler sowie zur galvanischen Trennung bzw. Symmetrierung. Die Verbindungen im Innern der Anlage zwischen den Reglern und Verstärkern, sind unsymmetrisch und hochohmig. Die Regelung erfolgt zwischen Röhren, die Mischung an einem gemeinsamen Außenwiderstand der den Reglern nachgeschalteten Röhren. Es bestehen elektronische Schaltmöglichkeiten (Öffnen und Sperren von Röhren) durch die in Verbindung mit einem elektrischen Schienenprinzip mehrfache Schaltungsvarianten sowie auch Ein- und Ausblendungen möglich sind. Die Verstärker sind in Kassettenform gebaut mit einer Höhe von 180 mm, einer Breite von 61 mm und einer Tiefe von etwa 350 mm. Sie werden in einem speziellen Einschubrahmen mittels Rändelschrauben, die gleichzeitig als Griffe dienen, befestigt. Die Verstärker, mit einer Verstärkungseinstellung versehen, sind oberhalb der Regler im Regieplatz untergebracht, so daß die Einstellung leicht ist. Die Stromversorgung erfolgt aus einem zentralen Netzgerät. Der verwendete Regler ist ein Profilbahnregler. In zwei Kanälen sind vor den Reglern Verzerrer vorgesehen, in denen in 12 Stufen Absenkungen der Höhen und Tiefen um den Fixpunkt von 1000 Hz möglich sind. *Wird fortgesetzt*

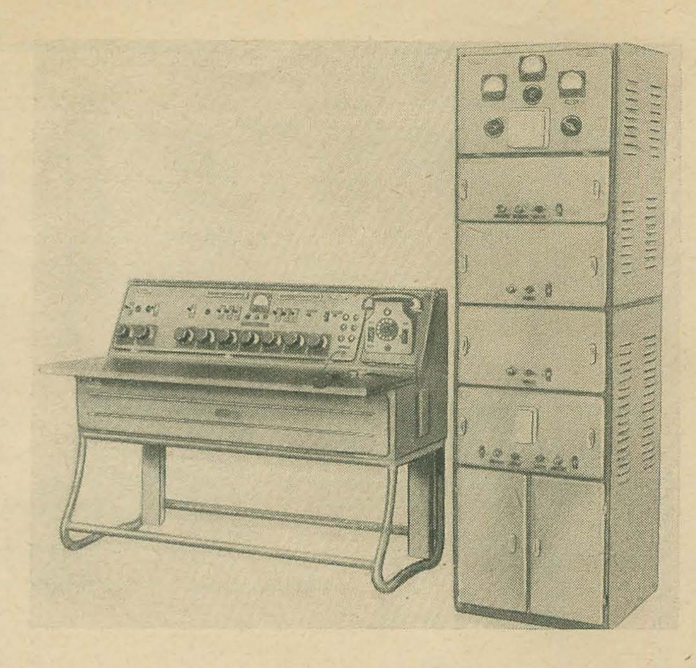
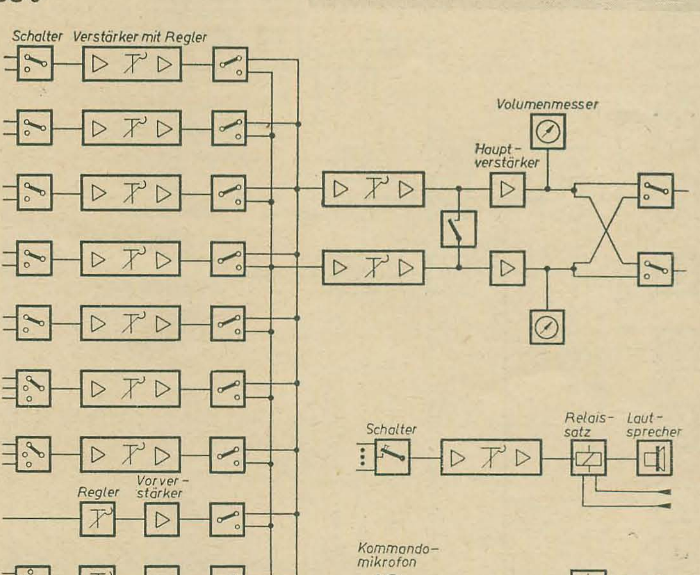


Bild 45: Regietisch und Stromversorgungsschrank der sowjetischen Anlage STU-1

Bild 46: Amerikanische Consolette BC-6 ▶

Bild 47: Blockschaltbild der amerikanischen Consolette BC-6



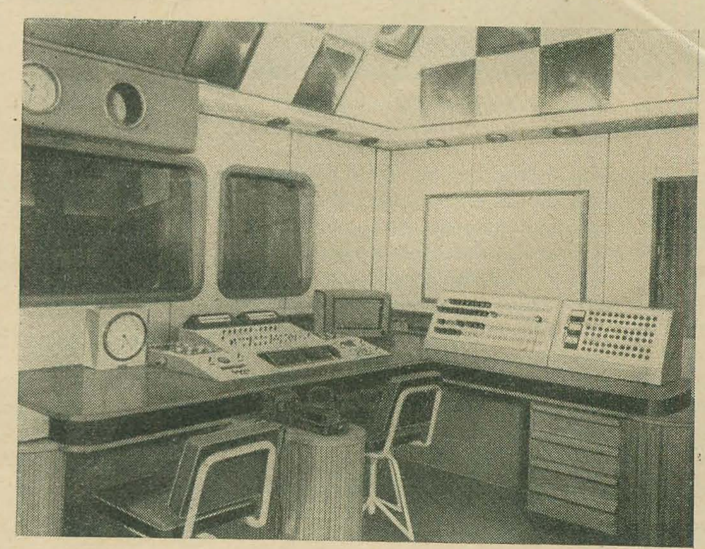


Bild 48: Tonstudioanlage der CSR

Aus der Reparaturpraxis

Orion 403 A ohne Helligkeit

Messungen an diesem Gerät ergaben eine zu niedrige Booster- und Hochspannung. Der Heizfaden des Hochspannungsventils brannte sehr dunkel. Zuerst wurde probeweise der Zeilentransformator gewechselt. Nach erneutem Einschalten wurde die Bildröhre für kurze Zeit hell, dann trat wieder derselbe Fehler ein. Da der Hochspannungstrafo nicht erneut ausfallen konnte, mußten weitere Untersuchungen vorgenommen werden. Schon nach kurzer Betriebsdauer zeigte sich eine Erwärmung des Zeilentrafos. Diese wurde durch einen Schluß der Zeilenablenkspulen ausgelöst, die dem Hochspannungstrafo parallel liegen und damit die zu niedrigen Spannungen hervorrufen. *Anton Bienert*

Starkes Bildrauschen bei einem TV-Empfänger „Derby"

Trotz ausreichender Antenneneingangsspannung (300 μV) zeigte sich ein stark verrauschtes Bild. Ein Auswechseln der Röhren brachte keinen Erfolg. Spannungsmessungen ergaben, daß die geregelten ZF-Röhren EF 80 ($Rö_3$) und E(C)F 82 ($Rö_4$) ohne Gittervorspannung arbeiteten. Die Kontrastregelung beschränkte sich auf die Vorstufe, deren Rauschen durch die ersten beiden ZF-Stufen voll verstärkt wurde. Eine weitere Prüfung ergab, daß der 500-kΩ-Widerstand (R_{89}) an der Anode der Taströhre defekt war und somit die Zuführung der Regelspannung zu den Gittern der ZF-Röhren verhinderte. Nachdem dieser Widerstand ausgewechselt wurde, konnte der Empfänger einwandfrei arbeiten.

Udo Fischer

Oberes Bild im „Weißensee" verzerrt

Bei einem „Weißensee" zeigten sich die oberen Zeilen verzerrt. Mit dem Feinregler für die Zeilenfrequenz konnte die Verschiebung nicht aufgehoben, sondern höchstens zur anderen Seite verschoben werden (Bild 1). Hierbei zeigte sich, daß das Bild dem Zeilenregler schichtweise und verzögert folgte. Diese Erscheinung deutete auf eine nicht einwandfreie Synchronisierung zwischen dem Zeilengenerator im Gerät und den Kontrollimpulsen vom Sender hin. Um nun festzustellen, auf welcher Seite der Fehler lag, mußten die Zeilensynchronimpulse beobachtet werden. Die Impulse an der Anode der $Rö_6$ erschienen auf dem Service-Oszillografen verschliffen. Zur Kontrolle wurde die Leitungsführung am C_{100} unterbrochen (Bild 2). Jetzt war es möglich, auf dem Bildschirm gerade senkrechte Balken zu erzielen, wenn es auch etwas Mühe machte, die fehlende automatische Synchronisierung des Senders durch die Handregelung des R_{96} zu ersetzen. Weiterhin wurde der Leitungswegs vom C_{100} in Richtung des Videoteils schrittweise untersucht und schließlich eine Unterbrechung am C_{53} entdeckt. Ein Nachlöten beseitigte die vorhandenen Bildstörungen.

Ing. Kurt H. Böhlert

Bild 1: Verzerrungen auf dem oberen Teil des Bildschirmes des TV-Empfängers „Weißensee"

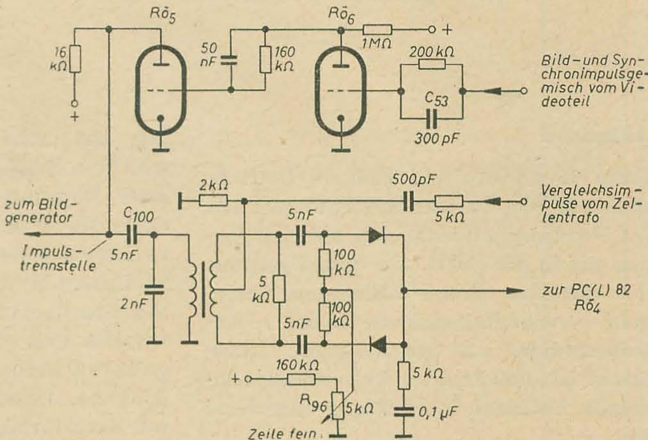


Bild 2: Impulssieb und Phasendiskriminator des TV-Empfängers „Weißensee"

Schwankende Zeilenfrequenz beim „Favorit"

Bei einem Favorit schwankte die Zeilenfrequenz sehr stark, sie sprang ruckartig auf eine andere Frequenz.

Ein Wechsel aller frequenzbestimmenden Kondensatoren des Sinusgenerators und der Röhre ECF 82 änderte nichts. Erst nach Auswechseln des Kernes vom Sinusgenerator stand die Zeile wieder über den ganzen Bereich. *Dietrich*

Peese vom Bandgerät „Erkel" defekt

Immer wieder kommen Bandgeräte vom Typ „Erkel" mit defekter Peese zur Reparatur. Da vielfach keine Originalpeesen kurzzeitig greifbar sind, soll die Möglichkeit gezeigt werden, Peesen vom Bandgerät BG-19 zu verwenden. Der Querschnitt dieses Riemens ist zwar etwas kleiner, wirkt sich aber nicht nachteilig aus. Vor dem Einbau ist lediglich der Riemen etwas zu dehnen. Mehrere Bandgeräte laufen mit den Peesen vom BG-19 schon längere Zeit ohne Beanstandungen.

Heinz Braunert

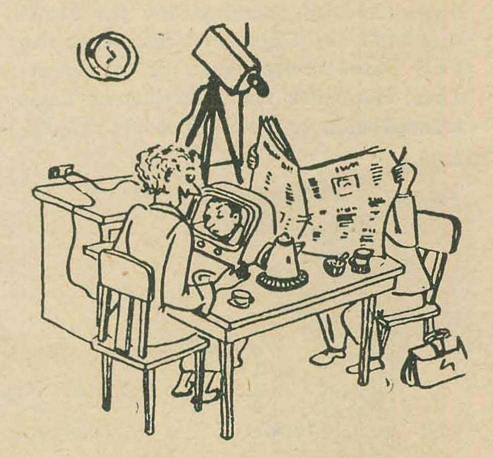
„diktina" ermöglicht keine Aufnahme

Bei dem Gerät „diktina" sind die Stellungen Rücklauf, Vorlauf, Aufnahme, Wiedergabe und Halt durch die im Handmikrofon eingebauten Tasten einstellbar. Die Umschaltung des Verstärkers von Wiedergabe auf Aufnahme geschieht nach entsprechendem Tastendruck durch das Relais Rs_1, wobei dieses bei Aufnahme angezogen ist.

Drückte man bei dem defekten Gerät die Aufnahmetaste, so war der Ablauf des Bandes im Lautsprecher zu hören. Die Vermutung, daß die Kontakte der Aufnahmetaste defekt waren oder eine Unterbrechung im Mikrofonzuführungskabel vorlag, bestätigte sich nicht. Eine Untersuchung zeigte, daß Rs_1 bei gedrückter Aufnahmetaste nicht ansprach. Der Gleichstromweg für Rs_1 führt vom Gleichrichter über Rs_1, Löschkopf und Aufnahmetaste nach Masse. In diesem Zweig befand sich eine nicht einwandfreie Lötstelle am Löschkopf. Nach Behebung dieses Fehlers arbeitete das Gerät wieder normal.

Bei einem anderen Gerät konnten ebenfalls keine Aufnahmen gemacht werden. Alle Tasten arbeiteten einwandfrei, auch war das Löschen alter Aufnahmen möglich. Als Fehlerquelle konnte demnach nur die Mikrofonkapsel oder die Mikrofonzuleitung angesehen werden. Ein Überprüfen dieser Teile ergab einen dreifachen Bruch der Zuleitung für die Mikrofonkapsel. Der Stecker mußte um etwa 10 cm nachgesetzt werden.

Im Rahmen weiterer Reparaturen an „diktina" mußte auch ein Fußschalter repariert werden, bei dem eine defekte Wiedergabetaste vorlag. Beim Drücken dieser Taste zog Rs_1 an, womit auf Aufnahme geschaltet wurde. Der Fehler lag in den falschen Brücken zwischen den Stiften im Stecker des Zuleitungskabels. Dieser Fehler bestand nach Aussage des Kunden schon beim Kauf des Gerätes. Ein nachträglicher Eingriff wurde nicht vorgenommen. Außerdem sind die starken Federn in den Tasten zu bemängeln. Bei stundenlangem Arbeiten wird der Fuß zu sehr beansprucht. *Heinz Braunert*



Eine praktische Anwendung des Fernsehen im Kurzschlußbetrieb

Aus der italienischen Zeitschrift „Radio e Televisione"

Einige Neuheiten und Entwicklungstendenzen der westdeutschen Industrie

Um den Höchststand der Technik auf allen Gebieten schnellstens zu erreichen, gilt es, die Entwicklung der Technik außerhalb der DDR aufmerksam zu studieren. Beim Besuch der Industriemesse in Hannover Ende April fielen uns einige beachtenswerte Neuheiten der Radio-, TV- und Fonotechnik auf, die wir im folgenden kurz beschreiben.

Antennen

Etwa 45 größere und kleinere Betriebe stellen in Westdeutschland Antennen her. Da Gemeinschaftsantennen offenbar, genau wie in der DDR, mit dem Egoismus der einzelnen Mieter kollidieren, findet man — ebenfalls genau wie bei uns — Antennenwälder auf den Dächern. Interessant ist, daß in Hannover scharf bündelnde Antennen in Richtung zum Harz

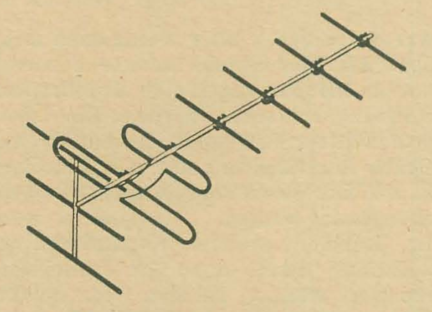


Bild 1: „Tandem"-Antenne mit zwei hintereinander angeordneten Schleifendipolen für verschiedene Frequenzen

die Regel sind — das Programm des Deutschen Fernsehfunks wird gern gesehen, obwohl die Qualität des vom Sender Brocken abgestrahlten Bildes noch zu wünschen übrig läßt.
Skelettschlitze und Doppel-V-Antennen sind völlig vom Markt verschwunden. Die Yagi-Antenne mit vielen Direktoren und je nach Ausführung mit ein- bis drei Reflektoren dominiert. Die Anpassung der Antennen wird grundsätzlich für 240 Ω ausgelegt. Im Gegensatz zum Weg des VEB Blankenburg gehen die westdeutschen Hersteller bei Mehrelement-Yagis grundsätzlich vom Faltdipol aus. Angeblich hat man mit der T-Anpassung schlechte Erfahrungen gemacht.
Zwei Einzelheiten fielen uns auf: Die vielerorts zu findende Yagi-Antenne mit zwei verschieden dimensionierten Schleifendipolen hintereinander, die durch eine Viertelwellenlängenleitung parallel geschaltet sind (Bild 1). Man soll so eine größere Bandbreite der scharf bündelnden Antenne erzielen. Die andere Neuerung war der z-förmige Reflektor bei der mehrelementigen Yagi-Antenne. Diesem Reflektor wird nachgesagt, daß er ein großes und bandbreites Vor-Rückverhältnis ergibt.
Das Vorhandensein einer ganzen Reihe von TV-Sendern im Band IV/V, die (nunmehr angeblich endgültig) zum Jahresende ein zweites Programm ausstrahlen sollen, führte begreiflicherweise zur Entwicklung von Dezimeterwellenantennen. Obwohl die Serienproduktion meist wegen zu geringer Nachfrage noch nicht läuft, hatten wir doch Gelegenheit, auf der Messe zahlreiche Entwicklungsmuster zu sehen. Da im allgemeinen für Band IV/V Antennen mit großem Gewinn erforderlich sind, haben die verwendeten Schleifendipole 5 ··· 18 Direktoren. Bild 2 zeigt einige Diagramme der zuletzt genannten Antenne (22-Elemente-Yagi von Hirschmann). Es leuchtet ein, daß die scharfbündelnden Antennen eine relative geringe Bandbreite besitzen (5 ··· 9 Kanäle). Ausgesprochene Dezimeterwellen-Breitbandantennen oder sogar kombinierte Antennen für die Bänder III und IV/V sahen wir nicht.

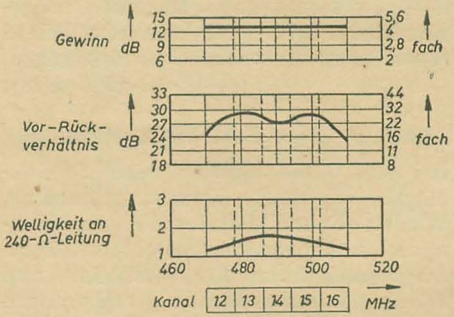


Bild 2: Diagramme der 22-Element-Antenne für Band IV/V (Hirschman)

Sehr interessant ist die in der westdeutschen Fachliteratur zu mehreren Malen behandelte „Goubau-Leitung" (Eindrahtleitung) (Bild 3). Die Wirkungsweise einer solchen Leitung kommt der einer anderen unabgestimmten Energieleitung zwischen Antenne und Verbraucher gleich. Der Energietransport erfolgt nicht über Leitung und Erde, sondern in dem sich um die Leitung ausbildenden Feld. Um dieses zu konzentrieren, ist die Leitung mit einem hochwertigen Isoliermittel umgeben (Polyäthylen). Der große Vorteil der Goubau-Leitung ist ihre erstaunlich geringe Dämpfung. Der Hersteller einer praktisch ausgeführten Goubau-Leitung Kathrein, gibt als Dämpfungswert einer Leitung mit 1,7 mm Leiter- und 4,7 mm Manteldurchmesser für Band III 8 dB/km an. Dieser Wert erhöht sich in nassem Zustand um 1 dB. Für eine dickere Leitung werden sogar nur 5 dB/km angegeben.
Die praktische Anwendung der Goubau-Leitung liegt nahe: Sie ist eine ideale Energieleitung in gebirgigen Gegenden, wo die Antenne oft mehrere 100 m vom Hause aufgestellt werden muß. Der Antennenindustrie der DDR ist zu empfehlen, sich schnellstens mit der Goubau-Leitung und ihrer praktischen Realisierung zu befassen.
Sehr beachtlich ist der Bericht von Kathrein über die (beendete) Entwicklung eines volltransistorisierten Antennenverstärkers. Er ist für die Bereiche L, M, K und UK ausgelegt. Die Verstärkung im Band II beträgt 26 dB. Die Kreuzmodulation, die ja besonders in der Nähe starker Sender ein Problem ist, soll mit dem transistorisierten Verstärker besser sein als bei einem vergleichbaren Gerät mit der kommerziellen Röhre E 80 CF. Als besonderes Problem bei der Entwicklung wird die stark schwankende Umgebungstemperatur des Antennenverstärkers genannt. Diese reicht von — 20 °C (im Winter) bis zu + 55 °C (an Sommertagen).

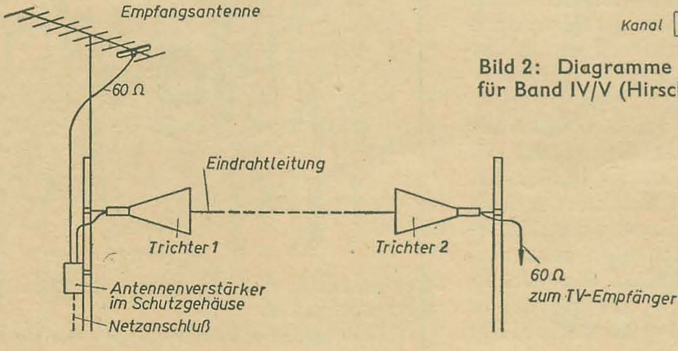


Bild 3: Beispiel für die Anwendung der Goubau-Leitung

Fernsehempfänger

Die ausgestellten TV-Geräte sind in vielen technischen Feinheiten verbessert (bessere Brummunterdrückung während der Anheizzeit, Feinabstimmung über Gleichspannungsverstärker und Ge-Diode usw.). Besonderer Wert wurde auf leichte Zugänglichkeit zu allen Bauteilen gelegt (Service-Erleichterung). Bild 4 zeigt das Herausklappen des Chassis und der beiden Tuner, was mit wenigen Handgriffen möglich ist (Grundig).

Alle neuen TV-Geräte sind in 110°-Technik mit gedruckter Schaltung ausgeführt. Sie besitzen entweder einen organisch eingebauten UHF-Tuner, oder zumindest den Platz für seinen nachträglichen Einbau. Den zur Zeit am meisten benutzten Tuner von NSF zeigt Bild 5. Da es zur Zeit nicht möglich ist, den Oszillator so frequenzstabil zu bauen, daß ein Nachstimmen im Betrieb überflüssig wird (erforderliche Konstanz $\leqq 10^{-4}$), bedient man sich der automatischen Scharfabstimmung mit Hilfe einer Diode. Die Grenzempfindlichkeit dieses — und ähnlicher Tuner mit der Bestückung 2× PC 86 — liegt bei etwa $\geqq 35\ kT_0$.

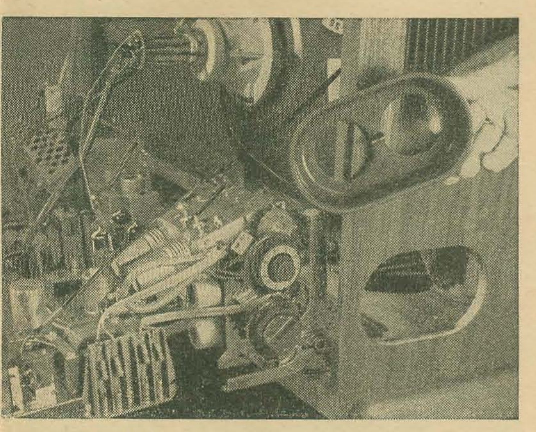


Bild 4: Nicht nur das Chassis, sondern auch beide Tuner können gemeinsam herausgeklappt werden (Grundig)

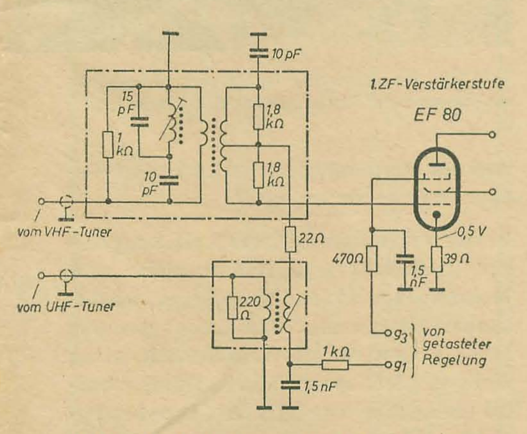


Bild 6: Schaltung der beiden Tuner an den gemeinsamen ZF-Verstärker über eine entkoppelnde Brückenschaltung (Graetz)

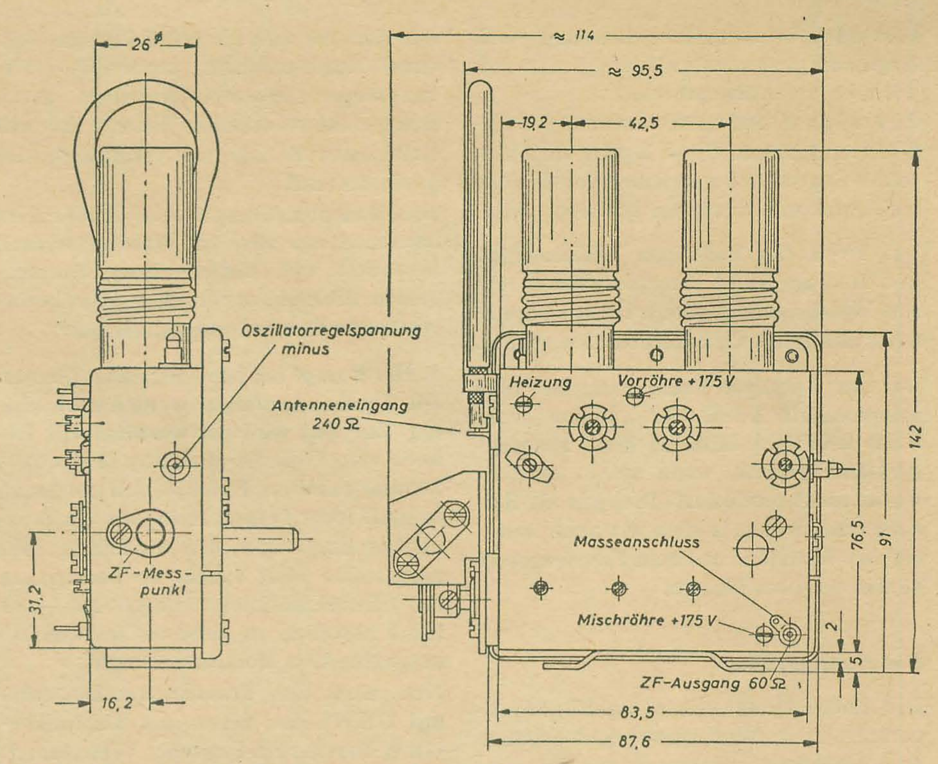


Bild 5: Maßskizze des NSF-Tuners für Band IV/V mit 2× PC 86

Interessant ist die Ankopplung der beiden Kanalwähler — für Band III und Band IV/V — an die erste ZF-Stufe. Eine Umschaltung ist zwar möglich, erfordert jedoch einen gewissen Aufwand und ist eine zusätzliche potentielle Störungsquelle. Ein einfaches Parallelschalten scheidet aus, unter anderen wegen der gegenseitigen Dämpfung.

Bild 6 zeigt die Brückenschaltung von Graetz „Gouverneur", eine elegante und betriebssichere Lösung des Problems.

Im ZF-Verstärker werden teilweise bereits die neuen Pentoden EF 183 bzw. 184 verwendet (technische Daten der Röhren siehe voraussichtlich Heft 14). Da die wesentlich höhere Steilheit der neuen Pentoden wegen der Mitkopplung über C_{ga} nicht voll ausgenutzt werden kann, begnügt man sich mit einem Verstärkungsgewinn von 3···4 dB (je Stufe) gegenüber der „klassischen" EF 80.

Grundsätzlich ist zu sagen, daß man den Bedienungskomfort in gewissen Grenzen hält, die dem Techniker vertretbar erscheinen. Etwas — aus dem in dieser Hinsicht üblichen — heraus fällt die Ultraschall-Fernsteuerung von Grundig: Von einem schnurlosen Fernbedienungskästchen, in dem sich ein volltransistorisierter Ultraschallgeber befindet, werden wahlweise die drei Frequenzen 19 kHz (Lautstärke), 23,5 kHz (Helligkeit) und 28 kHz (Senderwahl) abgestrahlt. Nach Empfang der drei Ultraschallfrequenzen von einem Kondensatormikrofon und Verstärkung werden die Frequenzen durch abgestimmte Kreise getrennt. Die gleichgerichteten Spannungen steuern über Relais und Motoren je eine der genannten Gerätefunktionen. Im Bild 7 erkennt man den beträchtlichen Aufwand, der hier vorliegt.

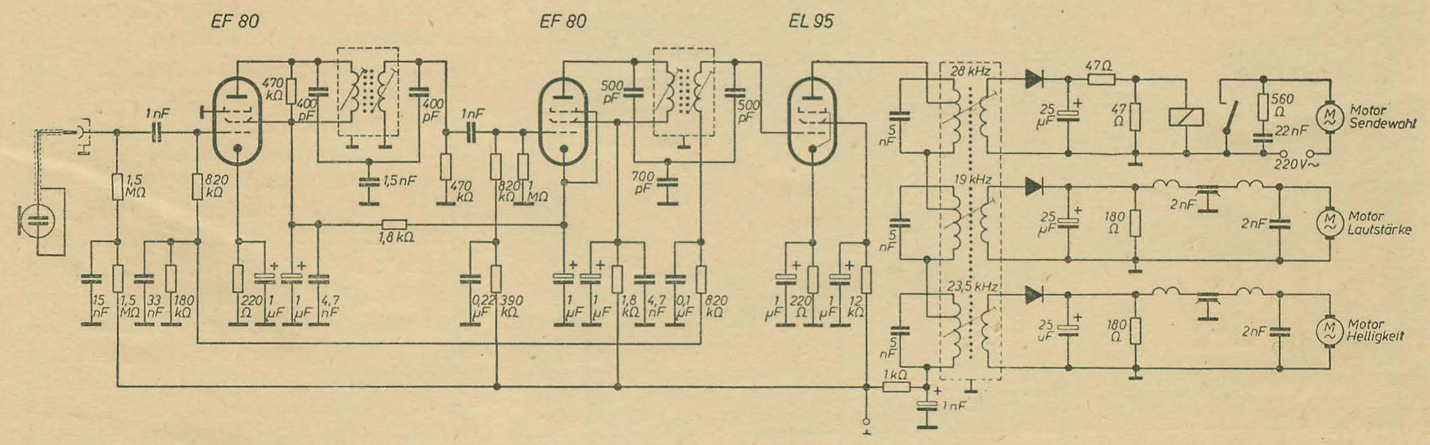


Bild 7: Schaltung des Ultraschall-Empfängers für die drahtlose Fernsteuerung des TV-Gerätes (Grundig)

Obwohl diese technische Leistung hoch eingeschätzt werden muß, fragt man sich doch, ob der Aufwand lohnt . . .
Zu erwähnen sind noch verschiedene TV-Kofferempfänger. Diese Geräte sind kein echtes Gegenstück zum Rundfunk-Koffergerät, das mit Batterien betrieben wird.

Die TV-Koffer benötigen Netzanschluß und sind als leicht transportable Geräte fürs Wochenende gedacht. Ihr Interessentenkreis ist deshalb naturgemäß begrenzt.

Der zur Leipziger Frühjahrsmesse 1959 angekündigte TV-Koffer „Junior" vom VEB RAFENA hätte in diese Empfängerklasse gepaßt, wenn er . . . aber er wurde nicht produziert. Dies nur als Beispiel eines Falles, in dem wir ohne weiteres den Weltstand auf dem Fernsehgebiet hätten einholen können.

Rundfunkgeräte

Die Entwicklung von Heim-Rundfunkgeräten ist in Westdeutschland genauso zum Stillstand gekommen wie bei uns. Sieht man von der manchmal noch unzureichenden Qualität unserer Bauelemente ab, so halten unsere Geräte jedem Vergleich stand.

Auf der Messe in Hannover fiel uns eine interessante innenarchitektonische Lösung von Metz besonders auf: Ein Tonmöbel-Anbauprogramm (Bild 8). Zwischen schwarzen Leitern aus geschweißten Rundstahl sind verschiedene Fächer für Bücher oder dergleichen, ein Kasten mit der Hausbar und die verschiedenen Teile eines Musikschrankes angeordnet (TV-Empfänger, Stereoplattenanlage usw.). Diese unkonventionelle Lösung ist sehr beachtenswert und hat vermutlich eine große Zukunft.

Die Neuentwicklungen bei Empfängern konzentrieren sich in Westdeutschland besonders auf Koffer- bzw. Taschengeräte. Hier gibt es vor allem zwei hervorstechende Entwicklungstendenzen:

1. Der Kampf um jeden Kubikzentimeter. Die Taschenempfänger werden noch kleiner. Zur Zeit wird der westdeutsche Rekord vom Grundig-Mini-Boy (104 × 65 × 27 mm) gehalten. Er ist jedoch erst genau so groß (oder besser: klein) wie ein japanischer Empfänger, den wir letztes Jahr zum ersten Male sahen. So übertrieben das „Kubikzentimeterrennen" ist — es führt natürlich zu einer bis ins kleinste ausgeklügelten Miniaturbauweise.

Neu sind die Transistortaschengeräte mit UKW, von denen der Telefunken-UKW-Partner ein typischer Vertreter ist. Zwei winzige „Hörnchen" lassen sich zum Dipol ausziehen. Allerdings kann der Hauptvorteil der UKW-FM, die ausgezeichnete Qualität der demodulierten NF, in Taschenempfängern nicht genutzt werden. Obwohl diese einen überraschend guten Klang besitzen, fragt man sich doch, welchen praktischen Nutzen der UKW-Bereich beim Taschenempfänger hat.

Telefunken verwendet übrigens für seinen Mini-Partner 3061 zwei Mignonzellen, so daß der Empfänger nur mit 3 V Batteriespannung betrieben wird!

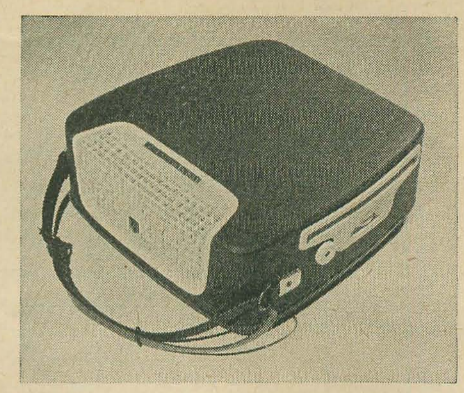
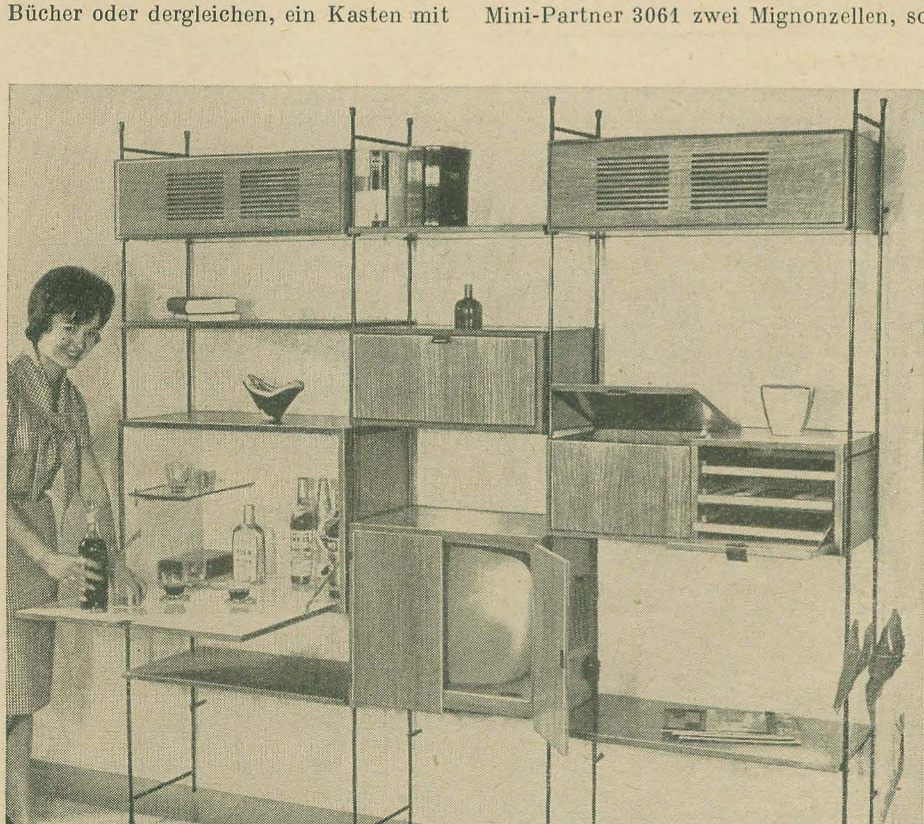

Bild 9: Mignon-Fonokoffer MK 10 von Philips


Bild 10: Kombinierter tragbarer Rundfunkempfänger mit Plattenspieler Babyphon (Metz)

2. Der volltransistorisierte Kofferempfänger entwickelt sich immer mehr zum Mehrzweckgerät: Autoempfänger, Nachttischempfänger usw. Man nimmt gern das erhöhte Gewicht (in Wirklichkeit ist es nicht so groß, etwa 2 kp) in Kauf, erwartet aber dafür eine gute Wiedergabe. Typischer Vertreter dieser Gerätegattung ist der „Joker" von Graetz [radio und fernsehen 23 (1959) S. 729].

So nett und zweckmäßig die Taschenempfänger sind (besonders auf Reisen mit vollen Koffern) — die Entwicklung des Transistorkoffers zum Mehrzweckgerät scheint uns noch beachtenswerter. Diese Entwicklungstendenz hat nicht mehr den leisesten Hauch einer „technischen Spielerei", und sie macht den tragbaren Rundfunkempfänger zum ersten Male „seriös". Diese Geräte weisen alle Merkmale des „echten" Rundfunkempfängers auf: Mehrere Wellenbereiche, einschließlich UKW, große Skala usw. Solche Empfänger bieten derartig viele technische und ökonomische Vorteile, daß sich unsere Industrie bald auf ihre Entwicklung konzentrieren sollte.


Bild 8: Tonmöbel-Anbauprogramm, die Musiktruhe in neuer Linie (Metz)

Schallplatten erfreuen sich, im Vergleich zu den Verhältnissen bei uns, einer größeren Beliebtheit als das Tonband. Dementsprechend sind auch die Entwicklungen auf dem Sektor Fonotechnik sehr vielfältig. Ein besonders reiches Tätigkeitsfeld für den Entwicklungsingenieur bildet das Gebiet der batteriebetriebenen Plattenspieler mit und ohne Verstärker. Bild 9 zeigt den Mignon-Fonokoffer MK 10 von Philips. Er enthält Plattenspieler, Transistorverstärker und Batteriesatz (6 V) für 140 Stunden Betrieb. Bild 10 zeigt das Metz-Babyphon 102, die Kombination eines Volltransistorkoffersupers mit einem Batterieplattenspieler für 45 Upm. Ein Anschluß an die Autobatterie (zur Entlastung des eingebauten Batteriesatzes) ist vorgesehen, ein Halbleitergleichrichter sorgt dafür, daß bei falscher Polung der Autobatterie kein Unheil im Gerät angerichtet wird. (Eine ausführliche technische Beschreibung folgt in einem späteren Heft.) Bild 11 zeigt das Schaltbild für die Transistorregelung des Plattenspielers.

Die große Stereoaktion scheint in Westdeutschland vorbei zu sein. Stereogeräte haben ihren festen Platz im Geräteprogramm, ihre Existenz steht jedoch nicht im Vordergrund. Einige Betriebe wie Klein & Hummel konzentrieren sich auf die Schaffung wirklich hochwertiger

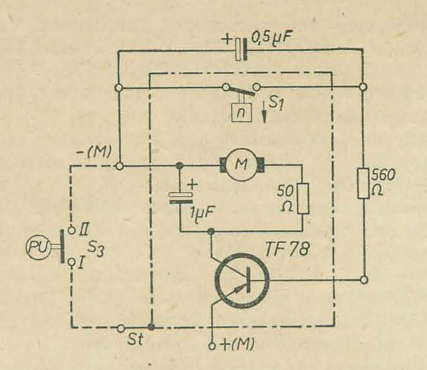


Bild 11: Schaltung der Transistorregelung des Plattenspielermotors im Babyphon

Stereoanlagen mit Studioqualität . . . die natürlich auch eine Kleinigkeit kosten. Da die Anlagen aus mehreren Teilen bestehen (Plattenspieler, Verstärker, Lautsprecherschränke), ist auch ihre Ergänzung und Vervollkommnung möglich.

Eine ganze Reihe der geschilderten Neuheiten auf dem Rundfunk-, TV- und Fonosektor sollten unserer Industrie Ansporn und Wegweiser sein bei ihrer Arbeit im Rahmen der ökonomischen Hauptaufgabe.

Wenn auch im Moment unser Inlandsbedarf zum Teil noch vordringlich auf andere Konsumgüter gerichtet ist, so sollte man doch daraus lernen, was wir produzieren müssen, um auf dem Weltmarkt als ernstzunehmender Exporteur auf diesen Gebieten auftreten zu können. *Streng*

Parametrische Verstärker

WERNER TAEGER

Bei einem parametrischen Verstärker dient als Verstärkerelement ein nichtlinearer Blindwiderstand, also eine Kapazität oder Induktivität. Besonders bei Verwendung einer nichtlinearen Kapazität hat man es mit einem reinen Blindwiderstand zu tun. Da ein Blindwiderstand keine Rauschleistung erzeugt, müßte theoretisch das Eigenrauschen des parametrischen Verstärkers gleich Null sein. In der Praxis tritt dennoch ein allerdings sehr geringes Rauschen auf (z. B. 1 dB bei einer Frequenz von 780 MHz). Aus diesem Grunde lohnt sich die Verwendung parametrischer Verstärker erst bei hohen Frequenzen, etwa über 100 MHz, wo das Rauschen der Antenne oder sonstigen Generators kleiner ist als das mit einem Röhren- oder Transistorverstärker erreichbare Eingangsstufenrauschen. Man erhält einen parametrischen Verstärker,

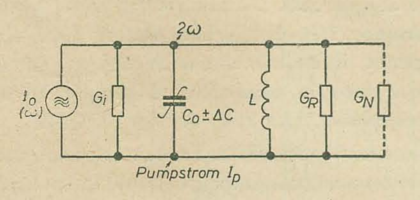


Bild 1: Ersatzschaltbild des parametrischen Verstärkers

wenn man einen Kondensator verwendet, dessen Kapazität von der angelegten Spannung abhängt, beispielsweise eine Diode, deren Sperrkapazität in der angegebenen Weise von der Sperrspannung abhängig ist (Varaktor).

Es ergibt sich dann, daß sich die Kapazität mit dem doppelten Wert der Resonanzfrequenz eines angeschlossenen Schwingkreises ändert. Man nennt diese Spannung doppelter Frequenz, die an die Diode angelegt wird, die „Pumpspannung". Es gelingt auf diese Weise, den Kreis zu entdämpfen. Diese Entdämpfung kann man sich durch die Einwirkung eines dem Kreis parallelgeschalteten negativen Leitwertes G_N entstanden denken. Bezeichnet man mit $\frac{\Delta C}{C_0}$ den auf die Mittelkapazität C_0 bezogenen Kapazitätshub, um den die Sperrkapazität der Diode von der Pumpspannung durchgesteuert wird, mit G_i den inneren Leitwert des Generators, mit G_k einen Leitwert, der alle Verluste im Schwingkreis erfaßt und mit G_v den Leitwert des angeschlossenen Verbrauchers, so ist der negative Leitwert G_N bei der Signalkreisfrequenz $\omega = 2\pi f$

$$G_N \approx \left(\frac{\Delta C}{2\,C_0}\right)^2 \frac{(\omega\,C_0)^2}{G_i + G_k + G_v}. \qquad (1)$$

Um zu erreichen, daß die Diode stets im Sperrbereich arbeitet, wird ihr eine Sperrgleichspannung zugeführt. Das Ersatzschaltbild eines parametrischen Geradeausverstärkers zeigt Bild 1, eine praktische Schaltung Bild 2. Die Leistungsverstärkung V_N dieses Verstärkers wird aus der Beziehung

$$V_N = \frac{4\,G_i \cdot G_v}{(G_i + G_v + G_k - G_N)^2} \qquad (2)$$

berechnet.

Je größer also der negative Leitwert G_N nach Gleichung (1) gegenüber der Summe der Verlustleitwerte $G_i + G_v + G_k$ wird, um so höher wird die erzielbare Leistungsverstärkung.

Bezeichnet man die Frequenz der Pumposzillatorspannung mit f_p, die der Signalspannung mit f_s, so entstehen ähnlich wie beim Mischvorgang an einem nichtlinearen reellen Widerstand (z. B. an einer Diode) die bekannten Summen- und Differenzfrequenzen sowie höhere Harmonische von f_p und f_s. Im Gegensatz zur Wirkung eines ohmschen nichtlinearen Widerstandes entsteht hierbei im Signalkreis bei geeigneter Dimensionierung der erwähnte negative Widerstand, der direkt zur Geradeausverstärkung des Signals verwendet werden kann. Man darf allerdings bei der Einstellung des Verstärkungsfaktors nicht so weit gehen, daß Schwingneigung eintritt. Hierin ähnelt das Verhalten des parametrischen Verstärkers weitgehend dem einer rückgekoppelten Röhrenstufe.

Man kann als Ausgangsspannung auch die verstärkte Spannung mit der Differenzfrequenz $f_p - f_s$ (unteres Seitenband) verwenden, wobei sich ebenfalls fast beliebig hohe Verstärkungen einstellen lassen. In diesem Fall liegt der „instabile Aufwärtsmischer" mit instabilem Arbeitspunkt vor. Wenn man die Differenzfrequenz $f_p - f_s$ unterdrückt und als Ausgangsspannung die aus der Summenfrequenz $f_p + f_s$ gebildete Spannung benutzt, ergibt sich ein stabiles Betriebsverhalten mit einem optimalen Leistungsgewinn von

$$V_N = \frac{f_p + f_s}{f_s} = 1 + \frac{f_p}{f_s}. \qquad (3)$$

Das Produkt aus Leistungsverstärkung und Bandbreite $V_N \cdot B$ ist für alle parametrischen Verstärker nahezu konstant und von der Größenordnung 0,1 ··· 0,01.

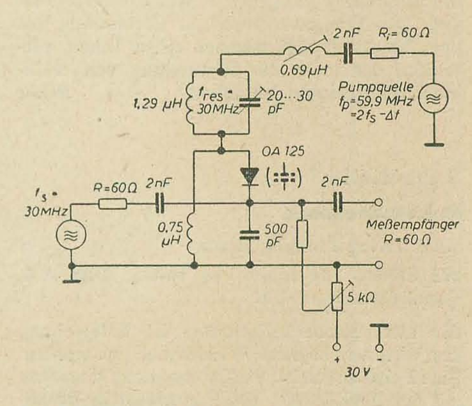


Bild 2: Schaltungsbeispiel für einen parametrischen Verstärker

Das erwähnte instabile Betriebsverhalten beim unteren Seitenband $f_p - f_s$ als Ausgangsspannung ist dadurch gekennzeichnet, daß der Nenner in Gleichung (2) zu Null wird. Dieser Fall tritt dann ein, wenn

$$G_i + G_v + G_k = G_N \qquad (4)$$

ist.

Damit würde V_N theoretisch unendlich groß. Der Verstärker schaukelt sich auf (Selbsterregung), bis durch Begrenzungseffekte die Bedingung (4) gestört ist. Der Verstärker gibt jetzt eine Spannung mit der halben Pumpfrequenz ab ($f_p/2$).

Fachbücher

Dr. C. Fritzsche

Herstellung von Halbleitern

VEB Verlag Technik, Berlin, 1960

93 Seiten, 33 Bilder, 5 Tafeln, 10 Diagramme, Halbleinen 8,80 DM

Wie der Verfasser im Vorwort ausführt, ist das Buch vor allem für Physiker und Chemiker bestimmt, die sich einen Überblick über die Herstellung von halbleitenden Materialien aller Art verschaffen möchten. Es werden nicht nur die Halbleiterelemente wie Silizium, Germanium, Selen und Tellur behandelt, sondern auch die wichtigsten halbleitenden Verbindungen u. a. Siliziumcarbid, die Arsenide, Antimonide, Oxyde, Sulfide. Die halbleitenden organischen Verbindungen werden ebenfalls erwähnt. Das umfangreiche Literaturverzeichnis enthält 237 Quellenangaben und macht das Buch über den bereits erwähnten Interessentenkreis hinaus für die Ingenieure der Fachrichtung „Technische Physik", die sich heute noch — leider — als Autodidakten in unseren neuen Halbleiterwerken bilden müssen, besonders wertvoll.
Die Darstellung ist klar und auch für den auf dem Halbleitergebiet tätigen Ingenieur verständlich. Da die Materie noch stark im Fluß ist und jeder Tag etwas Neues bringt, wird der Fachmann Verständnis dafür haben, daß in manchen Fällen die neuesten Erkenntnisse noch nicht berücksichtigt werden konnten. So geschieht die Sichtbarmachung eines pn-Überganges heute in der Halbleitertechnik fast ausschließlich durch Anfertigung eines Schnittes und nachfolgendes Anätzen mit einer geeigneten Ätzflüssigkeit. Die vom Verfasser erwähnten Methode der Sichtbarmachung mit Hilfe des Elektronenmikroskopes wird nur noch selten in wissenschaftlichen Instituten angewendet. Um den Inhalt fortlaufend dem neuesten Stand anpassen zu können, ist dem wertvollen Buch noch eine Reihe weiterer Auflagen zu wünschen. Dabei sollte dann auch das Transistorsymbol vom Umschlagbild entfernt und vielleicht durch das Bild eines gezogenen Kristalls ersetzt werden. Das Transistorsymbol in Verbindung mit dem Buchtitel läßt nämlich einen Inhalt vermuten, der mehr die Herstellung von Halbleiterbauelementen behandelt. *Bottke*

Heinz Mielke

Raketentechnik

VEB Verlag Technik, Berlin

296 Seiten, 231 Bilder, 48 Tafeln, DIN A 5, Ganzlederin 15,— DM

Ein alter Menschheitstraum, die Erforschung des Weltalls, beginnt Wirklichkeit zu werden. Eine Folge davon ist, daß immer mehr Menschen mit der Problematik der Raumfahrt in Berührung kommen. Aus diesem Grunde ist das Erscheinen des vorliegenden Buches zur rechten Zeit nur zu begrüßen. Es behandelt in populärwissenschaftlicher Form die Raketentechnik, die doch die Grundlage der Weltraumfahrt bildet. Dem Leser wird zunächst die Theorie der Raketenantriebe vermittelt. Zum Verständnis der gezeigten Gleichungen wird allerdings die Kenntnis von Differentialgleichungen vorausgesetzt. Das besagt aber nicht, daß ohne diese Kenntnisse dem Abschnitt nichts zu entnehmen ist. Der Text bietet genügend Stoff zum allgemeinen Verständnis der Raketenantriebe.
Im Anschluß werden die verschiedenen Arten der Raketentreibstoffe beschrieben, wobei ein Abschnitt auch den zukünftigen Treibstoffen gewidmet ist. Aufbauend auf den ersten Abschnitt über die Theorie der Raketenantriebe folgt eine Behandlung der Arbeitsweise von Raketentriebwerken. Zum vollkommenen Verständnis sind bestimmte physikalische und mathematische Kenntnisse bezüglich des Verhaltens der Gase notwendig.
Allgemeinverständlicher ist der Abschnitt, der konstruktive Grundprobleme der Gasdruck-Raketentriebwerke behandelt.
Einen großen Teil dieses Buches behält der Autor den Forschungsraketen sowie den Raketenantrieben in der Luftfahrt vor. Der Leser wird mit dem Aufbau und Ausrüstungen vieler Raketentypen sowie mit einer großen Anzahl angewendeter Raketentriebwerke vertraut gemacht. Hierunter sind Konstruktionen auch des westlichen Auslandes zu finden. Ein weiterer Abschnitt befaßt sich mit den Anwendungen von Raketen in der Waffentechnik. Diesem Abschnitt ist zu wünschen, daß er sobald nur noch historische Bedeutung besitzt.
Die Lenkung von Raketenflugkörpern ist sehr knapp abgefaßt worden; elektrische Steuerungssysteme sind überhaupt nicht zu finden. Ebenso werden Angaben über Raketen- und Satellitenbahnen vermißt. Wahrscheinlich lagen diese bei der Zusammenstellung des Buches noch nicht vor. Bei einer zu wünschenden zweiten Auflage könnten die angeführten Punkte berücksichtigt werden.
Bedenkt man, daß das Buch in der populärwissenschaftlichen Literatur ein neues Gebiet belegt, so kann die Herausgabe als gelungen bezeichnet werden. *Orlik*

G. Mierdel und S. Wagner

Aufgaben zur theoretischen Elektrotechnik

VEB Verlag Technik, Berlin, 1959

272 Seiten, 164 Bilder, DIN B5, Ganzlederin 21,— DM

Wenn man den Buchtitel flüchtig liest, kommt einem die Bedeutung des Werkes nicht recht zum Bewußtsein. Viele werden erst nach einem intensiven Studium des Buches seinen Wert erkennen. Der in der Praxis stehende Hochschulingenieur wird dieses Werk jedoch mit den Worten begrüßen „das hätte es schon zu meiner Studienzeit geben müssen". Die meisten jetzt mehrere Jahre im Beruf arbeitenden Physiker oder Elektrotechniker hüten ihre mitgeschriebenen Skripten und Übungen als Schatz und sehen bei der Lösung einer gestellten Aufgabe lieber erst mal nach. Die Verfasser — selbst in der Praxis der Hochschulausbildung stehend — haben diesen Mangel erkannt und die am jeweiligen Institut entstandenen Übungsaufgaben zur Ergänzung der Vorlesung veröffentlicht. Hier wird der Vorlesungsstoff noch einmal vertieft und abgerundet.
Bei den in Deutschland üblichen Hochschullehrbüchern sind im Text keine Aufgaben und Lösungen gebracht — sehr im Gegensatz zu den sowjetischen und amerikanischen Lehrbüchern, wo an jedem Kapitelende mehrere durchgerechnete Beispiele folgen. Eine einzige Ausnahme bildet das Lehrbuch von Rothe über höhere Mathematik.
Man kann also sagen, das Buch von Mierdel und Wagner ist der „Rothe" der Elektrotechnik.
Die im Buch gebrachten Beispiele werden bis zu den numerischen Rechnungen durchgeführt. Dies gewöhnt den Hochschulabsolventen früh daran, den Wert der Zahl schätzen zu lernen. Erst wenn ein zahlenmäßiges Ergebnis vorliegt, kann die gestellte Aufgabe als gelöst betrachtet werden.
Neben den Direktstudenten werden vor allem die Fernstudenten mit diesem Buch arbeiten. Auch der Dozent an einer Hochschule wird sich für seine Vorlesung Beispiele aus dem Buch auswählen.
Wenn eine solche Aufgabensammlung für alle Kreise geeignet sein soll, dann muß sie von einer speziellen Vorlesung Abstand halten. Die Aufteilung der Kapitel und der behandelten Gebiete muß vom Einfachen zum Schweren, vom statischen zum dynamischen Problem fortschreiten. Man kann als kleinen Schönheitsfehler des Buches die Tatsache ansehen, daß das bei der ersten Auflage noch nicht ganz geglückt ist. So hätte z. B. der Abschnitt B. 7 in den Teil A gehört, C 23 hätte durch ein kurzes Kapitel im mathematischen Teil vorbereitet werden müssen und im Teil B wäre evtl. eine andere Reihenfolge der Sachgebiete zweckmäßiger.
Besonders zu begrüßen ist jedoch die Art der Darstellung in den einzelnen Abschnitten. Es folgt immer zuerst die theoretische Fundierung, dann kommen kurze Hinweise über den einzuschlagenden Lösungsweg, schließlich folgen die ausführlichen Rechnungen der Aufgaben.
Der behandelte Stoff geht von den mathematischen Grundlagen über die Theorie der Felder bis zur Atomistik der elektrischen Erscheinungen. Das Buch wird abgeschlossen durch eine kurze Formelsammlung, ein Verzeichnis von Naturkonstanten und ein Literaturverzeichnis.
Im Klappentext des Buches haben die Verfasser ihr Ziel angegeben: „Diese Aufgabensammlung wird sicher zu einem rationelleren Studium beitragen. Sie gibt dem Studierenden die Möglichkeit der Selbstkontrolle und des intensiven Selbststudiums. Darüber hinaus wird sie auch dem ausgebildeten Fachmann bei seiner weiteren Qualifizierung von Nutzen sein."
In diesem Sinne kann man dem Buch eine weite Verbreitung wünschen. Im Hinblick auf die Tatsache, daß es vorwiegend Studierende kaufen, könnte der Preis etwas niedriger liegen.
Im Hochschulschrifttum wird das Buch seinen Platz einnehmen, gibt es doch als deutschsprachige Parallelerscheinung nur die Aufgabensammlung von A. v. Weiß. *Fischer*

Hans-Ullrich Richter

Unterwasserfotografie und -fernsehen

fotokinoverlag halle, Halle/S., 1960

340 Seiten, 321 Bilder, 35 Tabellen, 38,— DM

Mit einem Geleitwort von Dr. Hans Hass

Nachdem die erste Auflage dieses Buches ausschließlich im Ausland vertrieben wurde, liegt jetzt für den Inlandsbuchhandel die Zweitauflage vor. Um es gleich vorwegzunehmen: Dieses Buch, das umfassend alle Gebiete der Unterwasserfotografie, des Unterwasserfilmes und -fernsehens behandelt, ist einmalig. Dies nicht nur, weil es das im Weltmaßstab erste dieser Art ist und damit eine erstmalige zusammenfassende Dokumentation dieses Gebietes darstellt, son-

dern auch wegen der hervorragenden Form, in der dies gelungen ist. Neben dem Autor, einem in Sportler- und Fotografenkreisen durch zahlreiche Veröffentlichungen bekannten Diplomphysiker mit 13jähriger Taucherpraxis, haben an dem Werk zahlreiche Experten mitgearbeitet, von denen hier mit Prof. Dr. Biebl, Wien, Dr. v. Eibl-Eibesfeldt, Seewiesen (Teilnehmer der Hans-Hass-„Xarifa"-Expedition), Prof. Dr. Ivanoff, Paris, B. Rajki, Budapest, nur einige genannt seien. Die vielfältigen Möglichkeiten der Unterwasserfotografie bieten sich vielen Wissenschaftszweigen an, wobei außer an Zoologie, Botanik und Sportmedizin auch an Anwendungsgebiete wie die Bergung havarierter Schiffe usw. erinnert sei.

Der erste Teil des modern gestalteten und übersichtlich unterteilten Buches befaßt sich mit den optischen Grundlagen. Von den Lichtverhältnissen, Strahlungsverhältnissen, Sichtweiten, Extinktion und ihrer Messung, Farbverschiebungen unter Wasser bis zu den optischen Besonderheiten (Brechungsgesetze und praktische Schlußfolgerungen daraus) ist hier alles bis ins kleinste von der theoretischen Seite her untermauert und durch eine enorme Anzahl praktischer Meßergebnisse belegt, wobei sich der Verfasser auf viele internationale Veröffentlichungen stützt. Der zweite, besonders ausführliche Teil („Apparative Hilfsmittel") behandelt Bedingungen (Druckfestigkeit, hydrostatisches Gleichgewicht, Hydrodynamik), mechanischen Aufbau und Ausführungsformen von Unterwasserkameras. Neben zahlreichen sehr detaillierten Selbstbauhinweisen werden hier nahezu alle auf dem Weltmarkt vorhandenen Aufnahmegeräte behandelt und kritisch betrachtet. Ein weiterer ausführlicher Teil beschäftigt sich mit der Unterwasserfotopraxis. Von Objektivfragen über Belichtungs- und Blendeneinstellungen bis zum Filmmaterial und dessen Verarbeitung, Filterfragen bei Color- und Schwarzweißaufnahmen, künstliche Unterwasserbeleuchtung aller Arten und sogar Problemen der Motivauswahl ist hier schlechthin alles zu finden. Abschnitte über Tauchtechnik, Tauchgeräte, Anwendung der Unterwasserfotografie in Botanik, Zoologie, Geschichtsforschung, Sportwissenschaft und auch ein historischer Rückblick fehlen nicht. Besonders hingewiesen sei auf die Bibliografie, die mit nahezu 800 Literaturhinweisen erstaunlich umfangreich ist und dem an speziellen und speziellsten Problemen Interessierten in jedem Falle geeignete Quellen erschließt. Bereits an dieser Zusammenstellung ist zu erkennen, welche unendlich mühevolle Kleinarbeit und welche umfangreichen Vorarbeiten diesem in mehrjähriger Arbeit entstandenen Buch vorangegangen sind. Ausgestattet ist das Buch- neben zahlreichen grafischen Darstellungen und Aufbauskizzen — mit einer großen Zahl z. T. ganz ausgezeichneter, sehr illustrativer Unterwasser- und Gerätefotografien, unter denen besonders eine Reihe von auch im Druck ganz hervorragend wiedergegebenen Unterwasserfarbaufnahmen besonders zu erwähnen sind.

Das Unterwasserfernsehen kommt relativ kurz weg, jedoch wird dieser Abschnitt wie auch alle anderen derart komprimiert, übersichtlich, das Wesentliche erfassend und mit zahlreichen Literaturstellenangaben geboten, daß von einer oberflächlichen Abhandlung keine Rede sein kann. Dies eben ist das Bemerkenswerteste an dem äußerlich nicht einmal allzu umfangreichen Buch: Alles ist optimal gestrafft und zusammengefaßt. Selbst weit am Rande liegende Details (z. B. Kondenswasserbildung an der Frontscheibe ungünstig konstruierter Kameragehäuse) werden behandelt und für nähere Information lückenlos mit Literaturnachweisen belegt. So sind z. B. auch nähere Angaben zu aufnahmetechnischen Details der bekannten Unterwasserfilme „Unternehmen Xarifa" (Dr. Hass) und „Welt des Schweigens" (J.-Y. Cousteau) — z. B. Fragen der Unterwasserbeleuchtung mit 5-kW-Scheinwerfern (Hass) und Magnesiumfackeln (Cousteau) sowie Arbeitsmethoden dieser Forscher — zu finden. Vergessen ist jedoch auch nicht der auf Binnengewässer angewiesene Amateur, wie überhaupt dieses Buch eine vollendete Synthese zwischen Standardnachschlagewerk für den Fachmann und Einführung für den tauchsportlichen Anfänger und Fotoamateur ist. Dem Nachrichtentechniker wiederum vermittelt es gerade die in dessen Fachliteratur nicht zu findenden Einzelheiten, die mit dem Einsatz von Fernseheinrichtungen unter Wasser zusammenhängen. Auch hier werden praktische Beispiele — u. a. die Auffindung eines Unterseebootes, das in wrackreichem Gewässer verschollen und mit herkömmlichen elektrischen und magnetischen Suchverfahren nicht zu ermitteln war — geboten.

Es ist nicht möglich, an dieser Stelle auch nur annähernd einen Überblick über die Vielfalt des gebotenen Stoffes zu geben oder das eine oder andere Detail besonders hervorzuheben, ein Umstand, der wohl am besten für die inhaltliche Qualität des Buches spricht. Da das Gebiet der Unterwasseraufnahmetechnik noch längst nicht zu einem Abschluß gekommen ist, kann natürlich auch dieses Werk nicht immer Endgültiges geben. Jedoch werden dort, wo von mehreren Experten widersprüchliche Erfahrungen vorliegen, diese gegenübergestellt, wobei der Verfasser auf Grund des umfangreichen Quellenstudiums wiederum verblüffend gute Orientierungsmöglichkeiten bietet.

Druck und innere Aufmachung des Buches sind selbst für den in dieser Hinsicht rühmlich bekannten ‚fotokinoverlag halle' überdurchschnittlich gut. Es ist auch dem Verlag zu verdanken, daß das Buch auch inhaltlich den internationalen Stand nicht nur wiedergibt, sondern ihm auch selbst gut entspricht. Der Verfasser setzte sich, wie er selbst schreibt, das Ziel, ein Buch zu schaffen, das „. . . den Anspruch erhebt, die Unterwasserfotografie, einschließlich Unterwasserfernsehens, mit allen Konsequenzen gesamtinhaltlich darzustellen . . ." Es kann mit gutem Gewissen bestätigt werden, daß dieser alles andere als bescheidene Vorsatz voll und ganz erfüllt wurde. Daß dieses im Weltmaßstab einmalige Buch gerade innerhalb der DDR entstand, ist nicht nur bemerkenswert, sondern ein Sonderlob für Verlag und Verfasser wert. Das Buch rechtfertigt diese Feststellung. *Jakubaschk*

F. Cubasch

Spezialröhren — Eigenschaften und Anwendungen

Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH, Berlin-Borsigwalde

439 Seiten, 319 Bilder und 13 Tabellen, DIN A 5, Ganzleinen 32,— DM

Spezialröhren, die neben den herkömmlichen in der Rundfunk- und Fernsehtechnik verwendeten Röhren, eine außerordentlich wichtige Verwendung in der gesamten Elektrotechnik finden, werden in diesem Buch behandelt. Es vermittelt die wesentlichsten Eigenschaften der wichtigsten Spezialröhrengruppen sowie wertvolle Dimensionierungshinweise. Nach einleitenden Ausführungen über Hochvakuumröhren folgen Spezialverstärkerröhren, die ihrer Funktion nach mit den normalen Verstärkerröhren für Rundfunk- und Fernsehzwecke am engsten verwandt sind. Der folgende Abschnitt befaßt sich mit Sende- und Leistungsverstärkerröhren sowie Katodenstrahlröhren. Es folgen weitere Abschnitte über gasgefüllte Gleichrichterröhren, Thyratronröhren, Ignitronröhren, Stabilisatorröhren, Geiger-Müller-Zählrohre, Relaisröhren und Fotozellen. Sämtliche Abschnitte enthalten ausführliche technische Daten, Schaltungen und charakteristische Kennlinien. Außerdem werden, wo die Schaltungsberechnung als ungewohnt vorausgesetzt war, ausführliche Beispiele angeführt. Dadurch kann der Leser die Schaltungen auf andere — für den entsprechenden Verwendungszweck — Röhrentypen umdimensionieren. Zu erwähnen ist ebenfalls die Spezialröhrenvergleichsliste, die äquivalente Röhrentypen gegenüberstellt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß es sich um ein umfassendes Orientierungswerk handelt, in dem außer den Schaltungsberechnungen ebenfalls die physikalischen Eigenschaften der Spezialröhren behandelt sind. Es stellt eine wertvolle Ergänzung aller bisher erschienenen Röhrenfachbücher dar. *Belter*

UNSERE LITERATUR IM SPIEGEL DER FACHPRESSE

Prof. Dipl.-Ing. J. Stanek,
Nationalpreisträger und Held der Arbeit

Technik elektrischer Meßgeräte

DIN B 5, 498 S., 354 Abb., Kunstleder 36,80 DM

„In seinem Werk hat Stanek die Erfahrungen von nahezu drei Jahrzehnten beruflicher Praxis — bis in die Gegenwart reichend — auf dem Gebiet der Entwicklung elektrischer Meßgeräte niedergelegt."
„Deutsche Elektrotechnik", Berlin

„... Gegenüber ähnlichen Werken, die sich entweder an die Meßspezialisten und Hersteller von Meßgeräten oder aber an die messenden Ingenieure wenden, bietet das vorliegende Buch jedem, der sich mit elektrischen Meßgeräten und Meßverfahren zu beschäftigen hat, eine ausgezeichnete Einführung in die Theorie und die Praxis dieser Geräte." „Die Technik", Berlin

„... darf jede neue Veröffentlichung auf diesem Gebiet auf das Interesse eines ständig größer werdenden Personenkreises rechnen, zumal wenn ein solches Buch auch nähere Betrachtungen über gewisse Zusammenhänge mit einbezieht, wie es in der vorliegenden Veröffentlichung eines seit Jahrzehnten auf dem Gebiet der elektrischen Meßgeräte tätigen Fachmannes der Fall ist ... Mit diesem neuen Buch hat die bereits vorhandene Literatur über Meßgeräte zweifellos eine schätzenswerte Bereicherung erfahren."
„Elektrotechnik", Würzburg

A. P. Siwers · Aus dem Russischen übersetzt
und bearbeitet von Dr. W. Rohde

Funkmeßempfänger

DIN B 5, 308 S., 272 Abb., Kunstleder 30,— DM

Gemeinschaftsauflage
mit Verlag Friedrich Vieweg & Sohn, Braunschweig

„Infolge des starken Anwachsens der verschiedenen hochfrequenztechnischen Anwendungsgebiete ist eine Vielzahl spezieller Bücher erforderlich, um das Einarbeiten zu erleichtern. Eine wertvolle Bereicherung der vom Verlag Technik herausgegebenen Monographien stellt das vorliegende Buch dar ... Das Buch ist als Nachschlagewerk für Entwicklungsstellen sowie als Hochschullehrbuch gut geeignet.

Es wird sich bald eine umfangreiche Lesergemeinde sichern, da es eine wesentliche Bereicherung der bisher über Empfänger erschienenen Werke darstellt."
„ELEKTRIE", Berlin

„Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das vorliegende Fachbuch den deutschen Lesern in einer sehr ansprechenden Thematikform ermöglicht, sich gründlich mit den verschiedenen Empfängerproblemen einer Funkmeßanlage rechnerisch und konstruktiv vertraut zu machen.

Es stellt somit eine außerordentlich wertvolle Ergänzung aller bisher auf dem Büchermarkt erschienenen theoretischen Werke der Funkmeß- bzw. Radartechnik dar."
radio und fernsehen, Berlin

Bestellungen an den Buchhandel erbeten!



VEB VERLAG TECHNIK · BERLIN